



# **PROJETO DE GRADUAÇÃO**

## ***APLICAÇÃO DO LEAN CONSTRUCTION*** **EM UMA CONSTRUTORA**

Por,

**Samuel Barbosa dos Santos Junior**

Brasília, Julho de 2019

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

FACULDADE DE TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

# PROJETO DE GRADUAÇÃO

## ***APLICAÇÃO DO LEAN CONSTRUCTION*** **EM UMA CONSTRUTORA**

Por,  
**Samuel Barbosa dos Santos Junior**

RELATÓRIO SUBMETIDO COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE  
ENGENHEIRO DE PRODUÇÃO

Prof. Annibal Affonso Neto (Orientador)  
Prof. Clóvis Neumann

Brasília, Julho de 2019

## **Agradecimentos**

*Agradeço aos meus pais, Samuel e Cleide, por sempre estarem ao meu lado, e sempre me mostrarem que a família é a base de tudo. Por serem minhas fontes de inspiração e por terem me passado os melhores valores para me tornar quem sou hoje.*

*Aos meus amigos e minha família, que sempre estiveram presentes e que com certeza comemoraremos ainda muitas conquistas profissionais e pessoais de cada um de nós.*

*À minha companheira e parceira Kedilla, por ser minha âncora me dando estabilidade e me ajudando a passar por todas as situações e também pelo brilho que trás à minha vida.*

*Ao meu orientador Annibal, por todos os ensinamentos durante o curso e pela orientação e por toda disponibilidade e apoio na realização deste trabalho.*

*A todos, que de algum modo contribuíram para esta etapa fundamental da minha vida.*

## Resumo

A construção civil brasileira enfrenta diversos desafios principalmente no tocante à economia e política do país. Portanto, em um cenário onde os custos são fatores críticos para esse mercado, é necessário a gestão dos recursos cada vez mais eficiente. O presente trabalho teve como objetivo analisar os processos construtivos e de apoio de uma construtora, aplicando os conceitos do pensamento enxuto buscando identificar desperdícios, atividades que agregam valor e propor melhorias. Utilizando ferramentas e metodologias como Cadeia de Valor, Mapa de Fluxo de Valor, mapeamento e melhoria dos processos, conceito *Just in Time*, formulários que auxiliariam na rotina da empresa e proposta de indicadores para acompanhamento dos processos. Os principais problemas foram levantados e para trata-los a metodologia *Lean* se mostrou bastante eficaz, conseguindo além de resultados, feedbacks positivos dos principais gestores da empresa.

**Palavras-chave:** *Lean Construction*, Melhoria de Processos, Agregação de Valor, Redução de Desperdícios.

## Abstract

Brazilian civil construction faces a number of challenges, particularly in the country's economy and politics. Therefore, in a scenario where costs are critical factors for this market, is required a resource management increasingly efficient. The present work had the objective of analyzing the constructive and support processes of a construction company, applying the concepts of lean thinking in order to identify waste, activities that add value and propose improvements. Using tools and methodologies such as Value Chain, Value Stream Map, process mapping and improvement, Just in Time concept, forms that would aid in the routine of the company and proposal of indicators to follow the processes. The main problems were raised and to treat them, the Lean methodology proved to be very effective, achieving in addition to results, positive feedbacks from the main managers of the company

**Keywords:** Lean Construction, Process Improvement, Value Aggregation, Waste Reduction

# Sumário

<b>1. Introdução.....</b>	<b>9</b>
<b>1.1. Objetivo Geral.....</b>	<b>10</b>
1.1.1. Objetivos Específicos.....	10
1.1.2. Justificativa.....	10
1.1.3. Metodologia.....	11
<b>2. Referencial Teórico.....</b>	<b>12</b>
2.1. Conceito <i>Lean Manufacturing</i> .....	12
2.2. Implementação do <i>Lean</i> .....	15
2.3. <i>Lean Construction</i> .....	18
2.4. <i>Just in Time</i> .....	20
2.5. Cadeia de Valor.....	23
2.6. Mapa do Fluxo de Valor.....	25
2.7. PDCA.....	28
2.8. Abordagem por Processos.....	29
2.9. Indicadores.....	32
2.10. Produção Puxada.....	35
2.11. Auditorias Internas.....	38
<b>3. Metodologia.....</b>	<b>40</b>
3.1. Natureza da Pesquisa.....	41
3.2. Abordagem.....	41
3.3. Níveis de Pesquisa.....	41
3.4. Estudo de Caso Único.....	41
3.5. Análise Documental.....	42
3.6. Etapas da Pesquisa.....	42
<b>4. Empresa.....</b>	<b>45</b>
4.1. Incorporação.....	47
4.2. Construção.....	47
4.3. Venda.....	47
4.4. Unidade de Negócio Foco.....	48
<b>5. Estudo de Caso.....</b>	<b>48</b>
5.1. Cadeia de Valor.....	48
5.2. Mapeamento do Fluxo de Valor.....	51

5.2.1. Análise do Mapeamento do Fluxo de Valor.....	56
5.3. Composições e Produção Puxada.....	58
5.4. Cronograma de Compras.....	60
5.5. Treinamento de Colaboradores.....	61
5.6. Padronização de Serviços.....	63
5.7. Auditoria de Processos.....	64
5.8. Proposta de Indicadores.....	65
<b>6. Considerações Finais.....</b>	<b>68</b>
<b>Referências.....</b>	<b>70</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>77</b>

## Lista de Figuras

1. Figura 1 – Kanban.....	22
2. Figura 2- Cadeia de Valor.....	24
3. Figura 3 – Etapas iniciais do Mapeamento do Fluxo de Valor.....	26
4. Figura 4 – Ícones Propostos por Rother e Shook (1998).....	27
5. Figura 5 – Método PDCA de Gerenciamento de Processos.....	29
6. Figura 6 – Diagrama de Processo Venda de Plano de Dados Móveis..	31
7. Figura 7 – Sistema empurrado e sistema puxado.....	35
8. Figura 8 – Empurra e puxar a produção.....	36
9. Figura 9 – Etapas da Pesquisa.....	43
10. Figura 10 – Organograma.....	46
11. Figura 11 – Unidades de Negócio .....	47
12. Figura 12 - Cadeia de Valor Adaptada.....	49
13. Figura 13 – Mapeamento do Fluxo de Valor do Processo de Construção dos Apartamentos.....	53
14. Figura 14 – Etapas do Processo Construtivo-----	58
15. Figura 15 – Etapas do Processo Construtivo e as Composições.....	60
16. Figura 16 – Exemplo de Gráfico Gantt no Software Wrike.....	61
17. Figura 17 – Processo Auditoria Interna de Processos.....	65



## **Lista de Quadros**

1. Quadro 1 – Levantamento da Necessidade de Treinamento.....62
2. Quadro 2 – Formulário de Avaliação de Eficiência e Eficácia de  
Treinamento.....63

## 1. Introdução

A importância da Construção Civil pode ser percebida pelos números que a envolvem. O setor é responsável pela ocupação de 6,8 milhões de pessoas, conforme dados divulgados pela PNADC. Além disso, é responsável por 22,4% do PIB da Indústria e possui uma cadeia produtiva muito extensa, que gera e distribui emprego e renda por toda a economia. Desta forma, preocupa, e muito, a intensa queda em suas atividades indica a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC); mais que isto, é a responsável pela elaboração da infraestrutura para o Brasil, ao produzir indústrias, estradas, portos e hospitais, dentre outros. Então é possível verificar que é um setor de extrema importância para a economia brasileira.

Na última década a construção civil brasileira vem passando por um processo de mudanças e reestruturação produtiva em diversos de seus segmentos, impactando diretamente no cotidiano dos trabalhadores e do movimento sindical do setor (DIESSE, 2004).

Ainda nos dias atuais, a Construção Civil desenvolve suas atividades baseadas no modelo tradicional de produção. Este por sua vez consiste numa série de atividades de conversão. Sabe-se que esta forma de produção se tornou obsoleta e acaba por negligenciar alguns aspectos como produtividade e qualidade na construção (BERNARDES, 2010).

Com isto, a melhor forma de melhoria no ambiente produtivo é focar na identificação destas perdas, através da análise das causas que produzem os desperdícios e realizar ações para reduzir ou eliminar estas causas geradoras (BERNARDES, 2010).

Partindo desta premissa, em meados dos anos 50 surgiu um novo conceito de sistema de produção de automóveis, conhecido por Toyotismo. Este se baseia em estoques reduzidos, menores quantidades de mão de obra e materiais. Como consequência desta maneira de produzir surge o que se conhece por nova filosofia de produção, ou também *Lean Production* (KOSKELA, 1992).

A filosofia *Lean* faz uso de princípios que objetivam a eliminação de desperdício durante os processos das empresas. A aplicação dos mesmos

envolve o desenvolvimento de ferramentas e técnicas de controle da qualidade e, conseqüentemente, do aperfeiçoamento do desempenho da produção. É baseado neste pensamento que também ficou conhecida como Construção Enxuta, nela devem-se eliminar todas as origens causadoras de perdas e desperdícios.

O presente trabalho adotou uma estrutura analítica sistemática das oportunidades de aplicação do pensamento enxuta numa empresa da construção civil. A visão sistêmica ajuda a compreender o funcionamento do processo construtivo da organização como um todo, possibilitando, através dos princípios e ferramentas *lean*, identificar gargalos e lacunas. Surgindo assim, oportunidades de aplicação da mentalidade enxuta, e analisando ao final, os resultados dessa aplicação, identificando os benefícios trazidos e identificados.

## **1.1. Objetivo Geral**

- O objetivo principal deste trabalho é avaliar a aplicação dos princípios de Construção Enxuta, *Lean Construction* na construção civil, em relação ao uso do *Lean* na otimização da gestão dos processos de produção.

### **1.1.1. Objetivo Específico**

- Os objetivos secundários são:
  1. Identificar os princípios *Lean* aplicáveis à construção civil
  2. Analisar as principais ferramentas *Lean* aplicáveis à construção civil
  3. Identificar as melhores práticas *Lean* na construção civil

### **1.1.2. Justificativa**

De acordo com a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) o mercado imobiliário brasileiro pode crescer até 9% em 2019. Isso se dá principalmente, por programas governamentais que estimulam a compra de

imóveis por pessoas de baixa renda, como o Programa Minha Casa Minha vida, que tem por objetivo reduzir o déficit habitacional.

Nesse mercado há uma necessidade de redução de custos e produção em grande escala, para que o imóvel chegue ao cliente com preço acessível.

Dessa forma, o canteiro de obra se assemelha com o chão de fábrica, onde a produtividade é uma das principais variáveis que são levadas em considerações pelas empresas do ramo.

As empresas estão buscando reduzir custos através da redução de desperdícios e da otimização de seus processos, e também aumentar a produtividade. Nesse cenário a metodologia *Lean Manufacturing* se torna uma importante alternativa, e que já provou a sua utilidade e seus benefícios em outros segmentos.

Existe ainda uma ramificação do conceito *Lean* que é destinado para a construção civil, o *Lean Construction*, que poderá direcionar o trabalho por ser uma ramificação do *Lean Manufacturing*, só que voltado justamente para o cenário da construção civil.

### **1.1.3. Metodologia**

A pesquisa contemplará inicialmente uma revisão da literatura abordando sobre o conceito *Lean Manufacturing* e suas ferramentas, e estudará trabalhos realizados com esse tema na construção civil com intuito de agregar para o projeto que será realizado. Será definida uma metodologia para a aplicação do *Lean* no processo de construção.

Posteriormente será realizado um estudo de caso aplicando a metodologia definida na primeira etapa, o estudo de caso se desenvolverá nas seguintes etapas:

- Analisar da Cadeia de Valor, para identificar os processos chaves e a relação entre eles;
- Analisar do Fluxo de Valor, para identificar como funciona o fluxo de materiais e de valor;
- Identificar gargalos, atividades facilitadoras e atividades que não agregam valor;

- Estudar os processos mapeados da empresa, para realizar uma análise mais detalhada dos processos onde foram identificados gargalos e atividades que não agregam valor;
- Propor ferramentas de melhorias de processos;
- Propor um redesenho dos processos onde foram identificados gaps, sugerindo rotinas de trabalhos, envolvendo materiais, pessoas e softwares, eliminando desperdícios;
- Aplicar uma pesquisa com os principais gestores da empresa para avaliar a aplicação do *Lean*;
- Avaliar os resultados tanto qualitativos quanto quantitativo da aplicação do *Lean*;
- Definir um método para a aplicação do *Lean* na construção civil.

## 2. Referencial Teórico

### 2.1. Conceito *Lean Manufacturing*

Organizações de todo mundo buscam destaque em meio à competição global desejando ser rentáveis e lucrativas. Aumentar o valor agregado dos produtos e serviços, garantir a redução de custos globais na cadeia produtiva são metas de todo empreendimento. Taiichi Ohno (1988), criador do Sistema Toyota de Produção, tem sua filosofia seguida por muitos em diversos países ao redor do mundo. O seu sistema de produção puxada é determinado pelas previsões de demanda de forma sequencial do primeiro ao último passo.

Na Toyota, assim como nas demais indústrias manufatureiras, Ohno (1988) afirma que os lucros só podem ser obtidos através da redução de custos. Não se deve fazer com que o cliente pague pelos desperdícios do processo produtivo e sim somente por aquilo que realmente deseja. Para o autor, o sistema de gestão deve desenvolver a habilidade humana à sua capacidade plena de maneira que utilize melhor os recursos disponíveis, minimizando as perdas.

O princípio *Lean Manufacturing* surgiu no Japão logo após a segunda guerra mundial, em 1955, Taiichi Ohno e Eiji Toyoda iniciaram a busca para desenvolver um novo sistema produtivo para a Toyota Motor Company. Os dois

engenheiros juntaram diversas ferramentas, técnicas e conceitos asiáticos com conceitos de produção já existentes, principalmente americanos. Com isso disseminaram o “Sistema de Produção Toyota”.

Para Ohno (1997) eliminação de desperdícios e elementos desnecessários tem como objetivo reduzir custos, buscando sempre produzir apenas o necessário, no momento necessário e na quantidade requerida.

Há de conferir o máximo número de funções e responsabilidades a todos os trabalhadores que adicionam valor ao produto na linha, e a adotar um sistema de tratamento de defeitos imediatamente acionado a cada problema identificado, capaz de alcançar a sua causa raiz (WOMACK,1992).

De acordo com Shingo (1996), deve haver uma contínua para identificar os desperdícios da produção, porque os tipos de desperdícios mais perigosos são aqueles que não são conhecidos. Por isso é evidente a necessidade que são esses desperdícios que não são conhecidos que podem ser os principais causadores gargalos e *gaps* nos processos produtivos.

Para Ohno (1997) os dois primordiais pilares para o Sistema Toyota de Produção são o *just in time*, onde os insumos necessários chegam na linha de produção apenas no momento em que são necessários e na quantidade que são necessárias, reduzindo ao máximo estoques, e a autonomia, que é a habilidade que os funcionários têm de detectar uma falha e interromper imediatamente o trabalho. Com esses dois pilares é possível otimizar os processos produtivos da produção eliminando desperdícios e reduzir custos, seja por estoque excessivo ou por retrabalho.

Womack et al. (1990) definem *Lean Manufacturing* como um sistema que combina a produção em massa com as vantagens da produção artesanal, dando flexibilidade ao sistema, o que não é possível na produção em massa, e evitando os altos custos da artesanal. E defendem também que o sistema surgiu porque as ideias convencionais para o desenvolvimento industrial pareciam não funcionar mais. Essa visão torna possível produzir em grande escala, produzindo produtos mais complexos e variados, o que era inviável na produção em massa, devido a produto muito padronizados e simples, conseguindo assim, aproveitar os benefícios da produção artesanal e alcançando um maior valor para o cliente.

Segundo Liker (2005) a questão principal do *Lean* é entender o que o cliente busca com cada processo. É o que define valor. Pela visão do cliente, é possível avaliar o processo e extrair as atividades que agregam valor das que não agregam. O autor ainda defende que o Sistema Toyota não é um conjunto de ferramentas, mas sim um sistema sofisticado de produção em que todos os componentes contribuem para um todo. Dessa forma, atividades e processos que não agregam valor seja ao cliente do processo ou ao cliente final, podem ser tratadas como desperdícios, e dessa forma eliminados, e focar nas atividades e processos que entregam valor, otimizando os mesmos.

Womack e Jones (1996), no livro *Lean Thinking*, estabelecem cinco princípios *Lean* para toda a empresa:

1. Valor: Capacidade oferecida a um cliente a um preço condizente e no momento certo, conforme a demanda dada pelo próprio cliente. O valor não é apenas direcionado ao cliente final, mas aos clientes dos processos produtivos também, porque dessa forma é possível alcançar o preço condizente e o prazo delimitado pelo cliente final.
2. Fluxo de valor: Conjunto de atividades necessárias para entregar um produto específico, do projeto à entrega, e da matéria-prima até as mãos do cliente. Esse princípio consiste em dividir os processos produtivos em três categorias: os que de fato geram valor, os que não geram valor, porém são necessários para a qualidade e para a manutenção dos processos, e os que não geram valor e devem ser eliminados. Promovendo assim uma visão bem detalhada da produção, o que facilita a gestão e a tomada de decisão.
3. Fluxo contínuo: realização progressiva das atividades ao longo do fluxo de valor sem interrupções ou retrabalhos, evitando falhas.
4. Valor puxado pelo cliente: A produção só é iniciada quando a demanda é dada pelo cliente. Com isso é possível reduzir estoques e valorizam o produto.
5. Perfeição: Eliminação de qualquer desperdício para que as atividades de todos o fluxo de valor criem valor. Reduzindo custos, desperdícios e otimizando a produção.

Ohno (1997) estabelece que o *Lean* é o resultado da extinção dos sete tipos mais recorrente de desperdícios:

- Perda por superprodução: Acontece quando é produzido mais que o necessário ou mais rápido que o necessário, fazendo com que sobre produtos, causando outros desperdícios como área de estoque, custos de energia, deterioração, entre outros
- Perda por tempo de espera: Acontece por ociosidade humana ou ociosidade de equipamentos, que pode ser gerado por falta ou atraso de matéria prima, por causa de peças produzidas em lote que tem que esperar outras peças para seguir para a próxima etapa ou trabalhador que permanece ocioso supervisionando uma máquina em operação
- Perda por transporte: Movimentação desnecessária de material, ferramentas ou equipamentos, gerando desperdício de tempo e de recursos
- Perda por processamento: Consiste em máquinas ou equipamentos que não utilizados na forma correta.
- Perda por movimentação nas operações: Movimentação desnecessária dos trabalhadores, acontece quando um funcionário tem que fazer algum tipo de seleção ou procura de peças em um estoque, ou qualquer outra movimentação que não gera valor
- Perda por produtos defeituosos ou retrabalho: É a produção de produtos fora do padrão de qualidade ou fora do especificado, causando desperdício de materiais, mão de obra, equipamentos, armazenamento de materiais defeituosos, entre outros,
- Perda por estoque: Estoque excessivo de produto final, material em processamento ou matérias-primas e insumos, significa recurso parado.

## **2.2. Implementação do *Lean***

As empresas que implementam a manufatura enxuta buscam melhorar a eficácia e a eficiência (Womack et al., 1990). Com isso se tornam mais eficazes melhorando a qualidade e o valor do produto pela perspectiva do cliente. Conseguem reduzir todas as formas de desperdício em seus fluxos de informação e produção. Mas é necessária a cooperação de toda a empresa



(Jones e Womack, 2004). Geralmente a implantação do *Lean* nas empresas é feita de forma fragmentada, sem integração das áreas funcionais (Marodin & Saurin).

Rother (2010) esclarece que o sucesso da implantação do *Lean* não está diretamente relacionado com as práticas e ferramentas que foram aplicadas, mas o quão madura a empresa está em relação às práticas *Lean*.

Em geral, pesquisa mostram que a adoção das práticas *Lean* é positivamente associado ao aperfeiçoamento da performance operacional (Marodin e Saurin, 2013).

Demeter e Matyusz (2011) descobriram que a implementação do *Lean Manufacturing* está associada a redução de matérias-primas, estoque de peças sendo processadas e estoque de produtos acabados. Justamente o que é defendido como um dos benefícios mais comuns da implantação do *Lean* (Schonberger, 1984). Da mesma forma, a fabricação por células, que suportam um fluxo de materiais ininterruptos, eliminam os estoques entre as etapas do processo (Saurin et al., 2011).

Anand e Kodali (2009) mostraram que um desempenho organizacional superior em comparação com outras práticas de sistemas de manufaturas flexíveis era obtido com o uso do *Lean*.

Liker (2006), com base nos objetivos do *lean manufacturing*, sugere que sejam seguidos os seguintes princípios:

- Decisões administrativas devem pensadas no longo prazo, possibilitando não só uma excelência operacional, mas uma gestão estratégica;
- Criação de fluxo de processo contínuo para facilitar a visualização dos gargalos ou restrições, possibilitando a otimização da produção;
- Buscar utilizar sistemas “puxados” para evitar superprodução e processamento adicional. Fazendo uso de técnicas de JIT (Just in Time) e kanban, para auxiliar nessa tarefa;
- A carga de trabalho deve ser nivelada, de forma a ser distribuída (heijunka), evitando sobrecarga de determinados colaboradores;
- A resolução de problemas deve ser feita no momento em que eles ocorrem (jidoka), evitando que esses problemas possam gerar outros problemas dentro da linha de produção;

- A padronização é obtida pela capacitação da mão de obra e por melhorias evolutivas e crescentes, identificando sempre falhas e as mitigando;
- Controles visuais são benéficos e devem ser implementados, sempre que possível, uma vez que eles revelam os gargalos / restrições do processo;
- A tecnologia que será utilizada deve ser confiável, madura e homologada, porque são facilitadores, porém se mal-usados, podem gerar gargalos e desperdícios;
- Desenvolvimento dos líderes dentro dos princípios lean, o que viabiliza toda a metodologia dentro da empresa, porque são os líderes que irão operacionalizar o *Lean*, exigindo então uma visão enxuta;
- Trabalho em equipe, visando o desenvolvimento da colaboração e do capital intelectual, contribuindo para uma produção harmônica e sem desperdícios;
- Analisar um problema de forma completa (gemba), buscando identificar como aquele problema influencia no todo, o que possibilita identificar que as causas do problema;
- Tomar as decisões considerando-se todas as alternativas, podendo ser um processo mais demorado, porém a implementação deve ser rápida, porque a demora na implementação pode estender problemas produtivos vigentes.

Para Lima et al. (2009), quatro regras direcionam a melhoria de atividades, o desenvolvimento e as operações:

1. Definição completa das atividades, considerando conteúdo, propósito, sequência de passos, tempos associados, e resultados esperados. O que possibilita identificar onde está o valor gerado para o cliente e também desperdícios;
2. Todo relacionamento entre cliente e fornecedor deve ser feito de forma direta, porque falha na comunicação podem gerar erros e retrabalhos;
3. O fluxo que cada material deve ser simples e contínuo para facilitar a identificação de gargalos;
4. As melhorias a serem implementadas devem seguir método científico, considerando a sua aplicação no nível operacional, porque é onde os problemas geralmente ocorrem.

### 2.3. *Lean Construction*

O setor da construção civil é um setor extremamente complexo por conta disso surgem inúmeras oportunidades ainda pouco exploradas de melhoria, e para esse setor surge uma vertente do *Lean* denominado *Lean Construction*.

Koskela (1992) define esta forma de gerenciar a produção da seguinte forma: “A produção é um fluxo de materiais e/ou informações desde a matéria-prima até o produto acabado. Nesse fluxo o material pode estar sendo processado, inspecionado ou movimentado, ou ainda estar esperando - pelo processamento, inspeção ou movimentação. Tais atividades às quais o material pode ser submetido são inerentemente diferentes. O processamento representa o aspecto de conversão do sistema de produção; a inspeção, a movimentação e a espera representam os aspectos de fluxo da produção. Os processos referentes a fluxos podem ser caracterizados por tempo, custo e valor. Valor refere-se ao atendimento das necessidades dos clientes. Em grande parte dos casos, somente as atividades de processamento proporcionam a agregação de valor ao produto”.

O *Lean Construction* pode ser visto como uma ramificação do *Lean Manufacturing* e tem os mesmos princípios e objetivos de melhorar processos e reduzir desperdícios (Bertelsen, 2004)

O setor da construção, é bem distinto do ambiente de manufatura onde o *Lean Manufacturing* foi desenvolvido, dessa forma, a aplicação das ferramentas *Lean* é praticamente impossível sem que haja uma adaptação, levando em consideração as peculiaridades do ambiente construtivo (Picchi, 2003). Hirota; Formoso (2000) advertem que a aplicação dos conceitos da produção enxuta na construção civil deve resultar de um processo de transferência e não de réplica.

*Lean Construction* de forma geral pode ser identificada com as seguintes atividades (KOSKELA, 1992):

1. Aumentar o valor do produto considerando as necessidades dos clientes. Processo gerador de valor estabelece a identificação clara das necessidades dos clientes internos e externos e esta informação deve ser considerada no projeto do produto e na gestão da produção;

2. Reduzir a variabilidade. Existem vários tipos de variabilidade, como variabilidade da matéria prima, variabilidade do próprio processo, variabilidade na demanda. A dificuldade de intervenção de cada uma não é variável;
3. Reduzir o tempo de ciclo. O tempo de ciclo pode ser definido como a soma de todos os tempos (transporte, espera, processamento e inspeção) para produzir um determinado produto. A identificação de tempos improdutivos, sua eliminação provocará a compressão do tempo total desta série de atividades;
4. Simplificar através da redução do número de passos ou partes. Relacionado aos sistemas construtivos racionalizados cuja ótica é a diminuição de elementos ou a principalmente a padronização destes;
5. Aumentar a flexibilidade de saída. Possibilidade de alterar as características finais dos produtos conforme as necessidades dos clientes estão vinculadas ao conceito de processo como gerador de valor;
6. Aumentar a transparência do processo. A transparência evidencia possíveis distorções no processo, facilitando sua correção. Propicia o envolvimento da mão-de-obra.

Além dos conceitos básicos, a construção enxuta vale-se de um conjunto de princípios que se interdependem e devem ser aplicados de forma integrada a despeito de sua abrangência. Ao todo são 11 princípios: (1) redução da parcela de atividades que não agregam valor; (2) aumento do valor do produto através da consideração sistemática dos requisitos do cliente; (3) redução da variabilidade; (4) redução do tempo de ciclo; (5) simplificação pela minimização do número de passos e partes; (6) aumento da flexibilidade na execução do produto; (7) aumento da transparência; (8) foco no controle de todo o processo; (9) estabelecimento de melhoria contínua ao processo; (10) balanceamento da melhoria dos fluxos com a melhoria das conversões; e (11) Benchmarking (Koskela 1992 apud ISATTO et al., 2000; BERNARDES, 2001).

## **2.4. Just in Time**

O processo de produção Just in Time (JIT) foi desenvolvido com um conjunto de prática com objetivo principal de estreitar as relações entre fornecedores e clientes (SLACK, 1997). Just in Time significa no momento certo. Levando esse conceito para o ambiente de manufatura, entende-se que seria produzir a quantidade necessária do que se precisa, sem desperdícios, no momento certo, buscando a melhoria contínua dos processos (PLANTULLO, 1994).

Essa metodologia busca aumentar a competitividade eliminando qualquer tipo de desperdício dentro de uma indústria. O desperdício não é identificado prontamente nos relatórios gerenciais. Ele se manifesta nos altos estoques, na baixa qualidade, no longo tempo de fabricação e na movimentação de material desnecessária (GUIMARÃES, 1998)

De acordo com Richard Lubben (1989) a meta do JIT é desenvolver um sistema que faça com que a fábrica tenha somente os materiais, equipamentos e pessoas necessários para cada tarefa. Para se conseguir alcançar esse objetivo, é necessário trabalhar sobre seis objetivos básicos:

1. Integrar e otimizar cada etapa do processo de manufatura.
2. Produzir produtos de qualidade.
3. Reduzir os custos de produção.
4. Produzir somente em função da demanda.
5. Desenvolver flexibilidade de produção.
6. Manter os compromissos assumidos com clientes e fornecedores.

### **Kanban**

A visão geral do sistema kanban e principal característica da filosofia JIT é o fato dele “puxar” o processo de produção, em que a atividade seguinte retira as partes do processo da atividade anterior. Evidenciando a forte relação entre o cliente e o fornecedor alcançada pelo JIT e que o kanban é utilizado para deslocar e permitir a produção (ALBUQUERQUE et al., 1999).

De acordo com Moura (1999), numa fábrica JIT utilizando o sistema kanban, as funções de programação e controle da produção são divididas entre a supervisão e o departamento de programação da fábrica.

Kanban simplesmente significa quadro de avisos, cartão, bilhete. Com a produção JIT, o trabalhador da atividade seguinte retira os insumos da atividade anterior, deixando um kanban, que significa a entrega de uma determinada quantidade de peças específicas. Por ser uma ferramenta muito importante da produção Just-in-Time, kanban, se tornou sinônimo de produção Just-in-Time (CABRINI et al., 1998).

O departamento de planejamento da produção fica responsável pelo planejamento da produção, até a emissão do programa mestre, e pelos pedidos para os fornecedores externos. O kanban assume todas as funções de controle da produção abaixo do programa mestre mensal. Toda a produção da fábrica, o fluxo de peças dos fornecedores externos e o controle do inventário da fábrica se tornam responsabilidade da supervisão. O sistema kanban é operado pelos trabalhadores da linha de produção, os quais possuem a visão e o conhecimento das necessidades imediatas dentro da fábrica, para atender às necessidades do programa mestre de produção (ALBUQUERQUE et al., 1999).

O sistema kanban funciona baseado na movimentação dos materiais pela fábrica e no uso de sinalizações para iniciar a produção. Essas sinalizações são convencionalmente feitas com base nos cartões kanban e nos painéis porta-kanbans. Os cartões são confeccionados de material durável para suportar o manuseio decorrente do giro constante entre os estoques do cliente e do fornecedor do item (TUBINO, 1999).

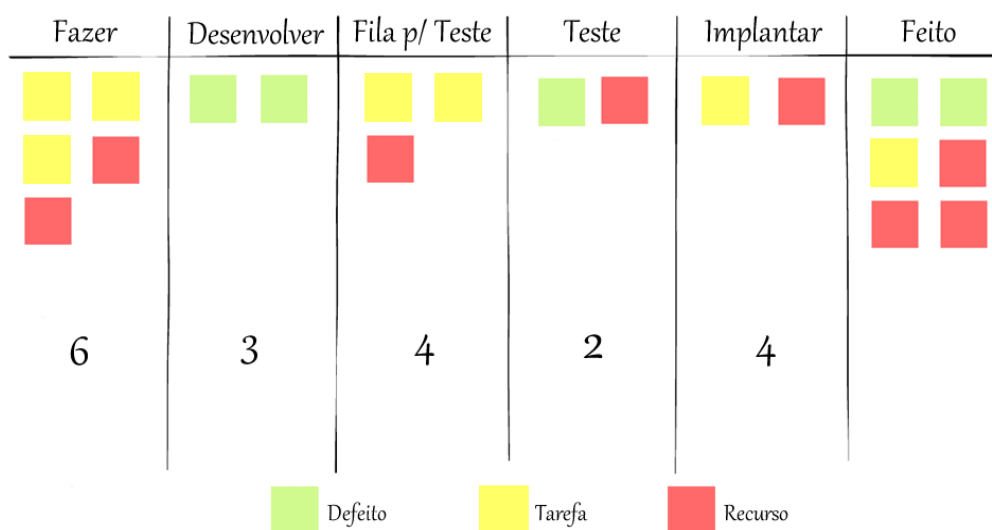
Shingo (1996) lista as principais características do sistema kanban:

1. Melhoria total e contínua dos sistemas de produção;
2. Uso do controle visual na regulação do fluxo de itens globais buscando escutar essas funções com precisão;
3. Autonomia do chão de fábrica através da simplificação do trabalho administrativo;
4. Informação transmitida de forma organizada e rápida. De acordo com a função que exercem, os cartões kanban dividem-se em dois grupos: os cartões kanban de produção e os cartões kanban de requisição ou movimentação. Os cartões kanban de produção autorizam a fabricação ou montagem de determinado lote de itens. Os cartões kanban de requisição autorizam a movimentação de lotes entre o cliente e o fornecedor de determinado item.

Em relação ao Sistema kanban, a literatura na área de gestão da produção, tem um consenso em relação aos benefícios do sistema conforme exposição abaixo (SEVERIANO FILHO, 1999):

1. Redução dos desperdícios, dentro e fora do chão de fábrica;
2. Melhoria dos níveis de controle da fábrica, pela descentralização e simplificação dos processos operacionais;
3. Redução do tempo de duração do processo (lead-time);
4. Aumento da capacidade reativa da empresa frente as necessidades dos clientes;
5. Descentralização do processo decisório, gerando um maior engajamento dos colaboradores;
6. Ajustamento dos estoques à flutuação regular da demanda;
7. Redução dos estoques de produtos em processo, reduzindo custos;
8. Diminuição dos lotes em produção;
9. Eliminação dos estoques intermediários e de segurança;
10. Sistematização e aperfeiçoamento do fluxo de informações, assim como dos mecanismos de comunicação entre o pessoal de produção;
11. Integração do controle de produção nos demais mecanismos de flexibilidade da empresa;
12. Maior facilidade na programação da produção.

Figura 1 - Kanban



Fonte: <https://www.slideshare.net/gawiga/sistema-kanban-75186892> < Acesso em agosto de 2018

## **2.5. Cadeia de Valor**

Baseado no delineamento de Porter (1986), a empresa é representada por diversos processos relacionados entre si, que pode-se denominar como cadeia de valor. Assim para entender uma empresa como um todo é necessário entender a relação entre os processos que compõem a cadeia de valor, e compreender também que uma empresa deve ser vista no contexto de uma cadeia global de atividades, onde o valor é gerado.

Porter (1990) defende que a compreensão de que a cadeia de valor destrincha a empresa nas suas atividades mais importantes para projetar, produzir, comercializar, entregar e sustentar o produto. Dessa forma a cadeia de valor é o ponto inicial para a gestão estratégica de custo, porque é possível entender o comportamento das fontes existentes e potenciais de diferenciação e também o comportamento dos custos, indicando quais são os elos que agregam mais valor ao produto que utilizam mais insumos e necessitam de mais atividades.

Garrison e Noreen (2001) argumentam que a cadeia de valor é um meio de analisar as funções principais que agregam valor ao produto e serviços de uma empresa e os custos relacionados a essas funções, envolvendo todo projeto de desenvolvimento de um produto, buscando atender da melhor forma o cliente.

Para Carvalho e Laurindo (2003) a cadeia de valor é um conjunto de atividades distintas que a empresa usa para pôr em prática seus negócios. Complementando esse conceito Rocha e Borinelli (2007) defende que a cadeia de valor é uma sequência de atividades que começa com a origem dos recursos e acaba com o cliente final descartando o produto.

Para Porter (1990) as atividades que formam a cadeia de valor são divididas em dois grupos, como é possível verificar na figura abaixo. O primeiro grupo representa as atividades primárias, que são diretamente ligadas ao processo de desenvolvimento de desenvolvimento do produto e transporte até o cliente final, e o segundo as atividades secundárias ou de apoio, que são atividades que dão suporte à primeira.



Figura 2 – Cadeia de Valor



Fonte: Adaptado de Porter (1990)

Segundo Hansen e Mowen (2001), a cadeia de valor auxilia o processo de gerenciamento estratégico da empresa, porque permite agir e compreender a estrutura da empresa seja patrimonial, econômica, financeira ou operacional, das principais atividades, entidades e processos. Em relação à essa questão Rocha (1999) destaca as seguintes funções da cadeia de valor:

- a) Detectar ameaças, como novos entrantes com melhores produtos;
- b) Encontrar pontos fortes e fracos de cada produto;
- c) Encontrar oportunidades de diferenciação, buscando um maior valor agregado para o cliente;
- d) Detectar as principais fontes de custos, com intuito de eliminar atividades que não agregam valor ao produto;
- e) Buscar oportunidades para reduzir os custos;
- f) É possível comparar a cadeia de valor de uma empresa com a do concorrente, com intuito de realizar uma melhor gestão estratégica.

Segundo Hansen e Mowen (2001), os passos para realizar a análise da cadeia de valor são:

1. Levantar a cadeia de valor da empresa, custos, receitas e ativos de cada atividade;
2. Analisar os direcionadores de custos das atividades;

3. Controlar os custos e seus direcionadores melhor que os concorrentes ou até melhor realizar uma melhoria nos processos de modo a reconfigurar a cadeia de valor se necessário.

## **2.6. Mapa do Fluxo de Valor**

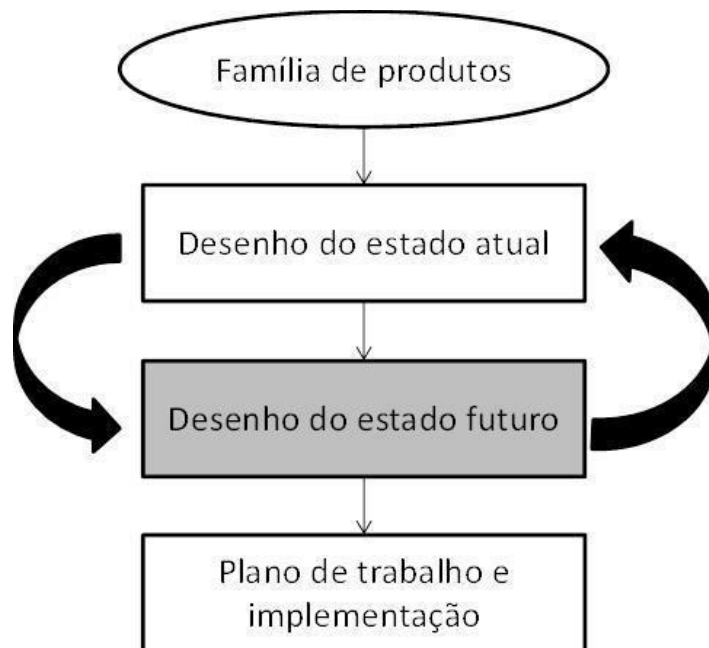
Rother e Shook (1999) afirmam que para criar o fluxo de valor, é necessário elaborar: 1. O mapeamento do fluxo de material; 2. O mapeamento do fluxo de informação. Focando no quadro mais amplo, não apenas nos processos individuais. Os autores defendem que uma das grandes vantagens é que o Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) reúne várias técnicas enxutas em torno de uma linguagem comum e simples, evitando que a implantação da manufatura enxuta tenha um potencial limitado de melhoria do fluxo de valor devido ao uso de ferramentas isoladas. A simbologia do MFV foi desenvolvida de modo a facilitar a identificação dos desperdícios e suas fontes.

Jones e Womack (2004) sugerem que a ferramenta seja aplicada na análise do que eles chamaram de fluxo de valor estendido. Para isso, os autores apresentam um manual completo de aplicação do MFV em cadeias de suprimentos, orientado para descrever o fluxo de valor desde a matéria-prima até o consumidor final.

Lasa, Laburu e Vila (2008) ressaltam que os aspectos organizacionais que devem ser levados em consideração no momento da aplicação da ferramenta. Segundo os autores, fatores como formação e treinamento da equipe, comprometimento da direção da empresa e gestão de tempo e recursos dedicados ao projeto são essenciais para que se tenham bons resultados com a utilização do MFV.

Rother e Shook (2003) desenvolveram um guia prático para uso empresarial que estabelece uma sequência lógica de etapas. A metodologia de mapeamento do fluxo de valor é realizada em quatro etapas básicas: (1) seleção de uma família de produtos, (2) mapeamento do estado atual, (3) mapeamento do estado futuro, (4) plano de trabalho e implementação

Figura 3 - Etapas iniciais do mapeamento do fluxo de valor

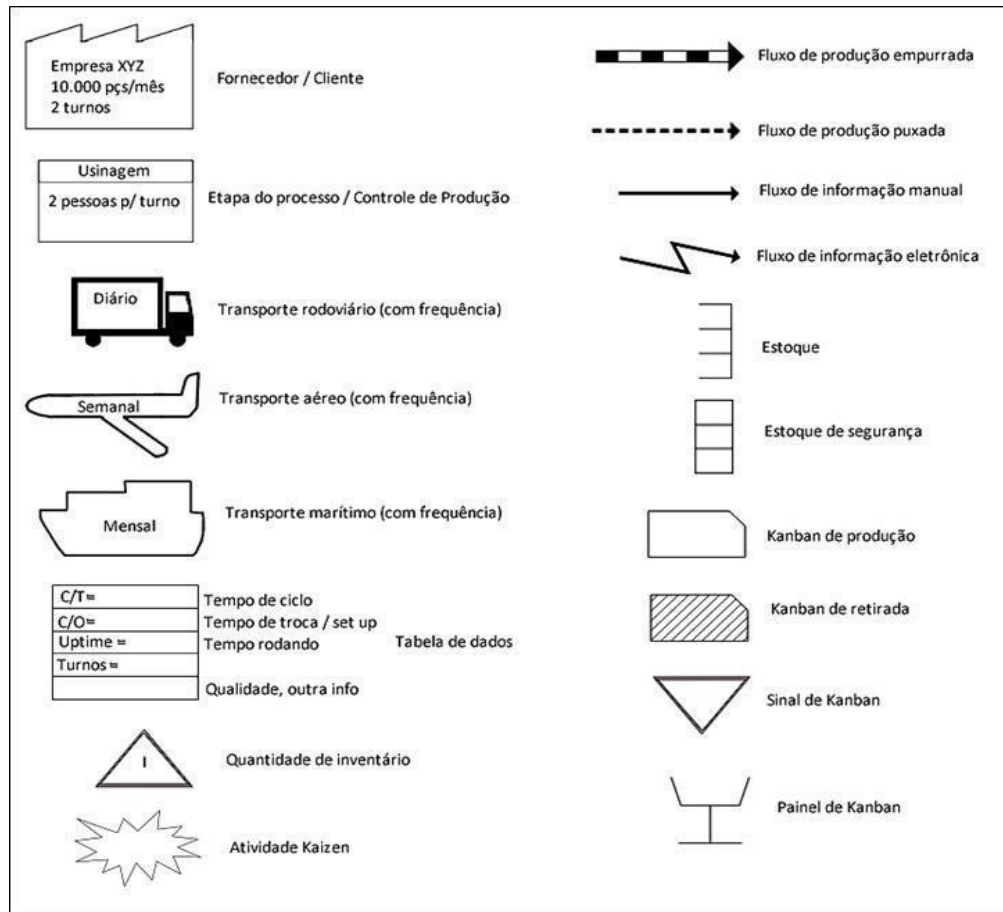


Fonte: ROTHER; SHOOK (2009)

Quando a empresa possui diferentes fluxos de valor em relação a seu mix total de produtos, a seleção de uma família de produtos se torna necessária. A formação de famílias utiliza o critério de similaridade de processos para agrupar produtos que passam por etapas de processamento semelhantes. Para realizar essa análise pode-se utilizar uma matriz análoga à clássica matriz peça/máquina sugerida pela teoria da tecnologia de grupo (BURBIDGE, 1996).

Após a formação de grupos de produtos, escolhe-se a família mais relevante para iniciar o mapeamento do estado atual. O mapa do estado atual é elaborado para identificar desperdícios e para que se obtenha uma visão global do fluxo de valor. Rother e Shook (2003) sugeriram a criação de novos ícones ou uma adaptação da forma original de registro de dados, de modo que o fluxo de valor e seus pontos de melhoria sejam perceptíveis e adequados a diferentes situações.

Figura 4 – Ícones propostos por Rother & Shook (1998).



Fonte: <http://www.gestaoindustrial.com> > Acesso em agosto de 2018

Para guiar a construção do mapa futuro e implantar práticas de produção enxuta, Rother e Shook (2003) sugerem uma lista de oito questões, apresentadas a seguir

Questão 1. Qual é o takt time? O takt time corresponde ao tempo disponível de trabalho em um determinado período dividido pela demanda nesse período.

Questão 2. O produto será fabricado para um supermercado de produtos acabados ou diretamente para a expedição? Produzir para um supermercado significa produzir para um estoque pré-determinado e controlado. Produzir diretamente para a expedição exige um fluxo de pedidos totalmente sincronizado com a entrega;

Questão 3. Onde se pode usar fluxo contínuo? É atingido o fluxo contínuo quando se consegue produzir uma peça de cada vez.

Questão 4. Onde será necessário usar o sistema puxado com supermercado? Para fluxo não contínuo pode-se utilizar o sistema FIFO (First in, First out) via kanban. Caso contrário pode-se utilizar através de um armazém que o limite a quantidade de estoque do processo seguinte.

Questão 5. Em qual ponto da cadeia a produção deve ser programada? Preferencialmente no final da linha.

Questão 6. Como nivelar o mix de produção no processo puxador? Recomenda-se distribuir uniformemente o mix de produtos em ordens de produção niveladas.

Questão 7. Qual incremento uniforme de trabalho será liberado para o processo puxador? Sugere-se nivelar o volume de produção por meio da determinação da quantidade padrão de um contenedor e do tempo de pitch adequado.

Questão 8. Quais melhorias de processos serão necessárias para atingir o estado futuro? A equipe do MFV fará uso da lógica de melhoria contínua (kaizen) para identificar os pontos do processo que devem ser aperfeiçoados para viabilizar o estado futuro planejado.

Após a realização do mapa do estado futuro, é necessário criar um plano de ação para que o estado futuro possa ser alcançado. Rother e Shook (2003) sugerem dividir o mapa do estado futuro em partes do fluxo mapeado que eles denominam de “loops do fluxo de valor”. Com isso a implantação aconteceria de acordo com a prioridade de cada loop.

## **2.7. PDCA**

O PDCA é um método para atingir metas atribuídas aos produtos dos sistemas empresariais, sendo uma ferramenta de gerenciamento de processos ou de sistemas. (CAMPOS, 1991). Portanto é necessário se determinar uma meta para a utilização dessa metodologia. De acordo com Andrade (2003), o ciclo PDCA é projetado para ser usado como um modelo dinâmico em que a conclusão de um ciclo irá fluir no começo do próximo ciclo, e assim sucessivamente.

O Ciclo PDCA está dividido em quatro fases bem definidas e distintas, e que de acordo com Andrade (2003), pode ser descrito da seguinte forma:

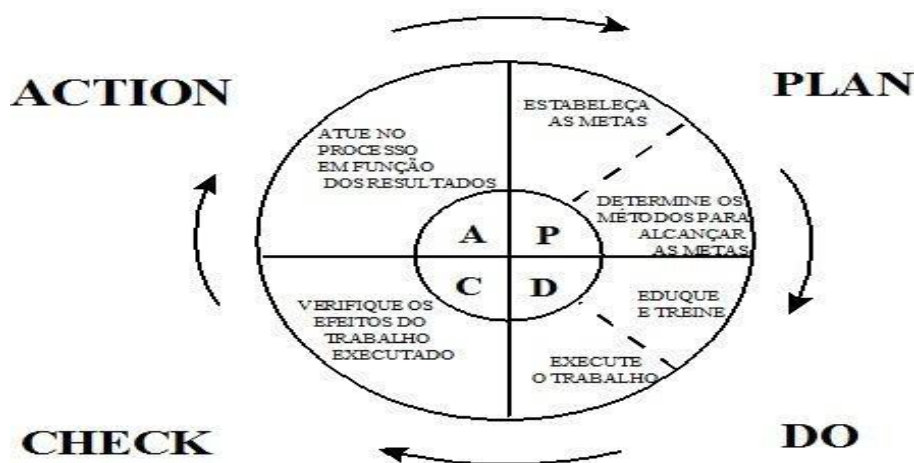
Planejar: Definir o problema a ser abordado, coletar dados relevantes e determine a causa raiz do problema.

Fazer: Desenvolver e implementar uma solução; decidir sobre uma medição para avaliar sua eficácia.

Verificar: Confirmar os resultados através da comparação de dados antes e depois.

Agir: Documentar os resultados, informar os outros sobre mudanças no processo e fazer recomendações para que o problema seja abordado no próximo ciclo PDCA.

Figura 5 - Método PDCA de gerenciamento de processos



Fonte: Campos (1992, p. 30)

## 2.8. Abordagem por processos

A ABPMP (*Association of Business Process Management Professionals*), desenvolveu o guia na área de processos, e define que: “processo é uma agregação de atividades e comportamentos executados por humanos ou máquinas para alcançar um ou mais resultados, ABPMP (2013, p.35)

Os processos de negócios de acordo com o guia podem ser classificados em três tipos:

- Processo primário: Processos finalísticos e interfuncionais, que agregam valor diretamente ao cliente;
- Processos de suporte: Dão suporte aos processos primários e também para outros processos, agregando valor não ao cliente, mas sim para outros processos;
- Processos de gerenciamento: Possui objetivo de medir, monitorar, controlar e administrar o negócio. Não agregam valor diretamente aos clientes, porém buscam o cumprimento de metas pela organização.

A ABPMP (2013, p.66) afirma que o gerenciamento de processos “é uma disciplina gerencial que integra estratégias e objetivo de uma organização com expectativas e necessidades de cliente por meio do foco em processos ponta a ponta”.

Campos (2014) mostra alguns benefícios da gestão de processos:

- Processos com menores custos em relação ao cenário atual, e processos ágeis;
- Confiabilidade aos processos;
- Definição clara de responsabilidades;
- Procedimentos padronizados;
- Indicadores dos processos estabelecidos;
- Análise e dedução dos resultados, assegurando a estabilidade dos processos;
- Estimular o questionamento constante dos processos, buscando à melhoria financeira e qualitativa dos resultados;
- Otimizar o uso dos recursos materiais e humanos, como também o uso da tecnologia através da integração dos sistemas

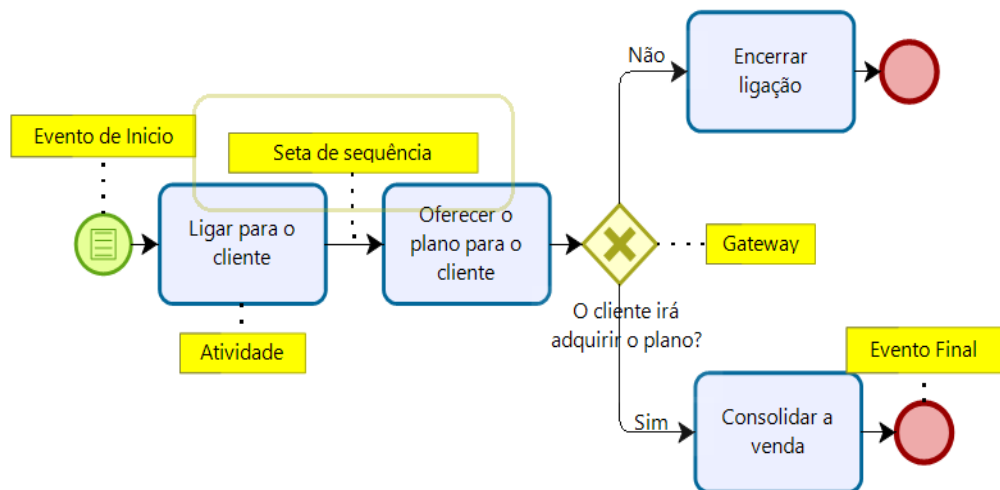
De acordo com Mazzocato (2010), a abordagem por processos cria um conhecimento compartilhado, favorece o entendimento de como cada função e atividade interfere no todo.

Com objetivo de padronizar a linguagem de mapeamento de processos, foi criado pelo *Businne Process Management Initiative* (BPMI), juntamente com

o *Object Management Group*, o *Business Process Model Notation* (BPMN). É uma notação que apresenta um conjunto de símbolos para a modelagem dos processos, descrevendo as relações dos processos, fluxo de atividades e ordem de realização (ABPMP, 2013).

White (2008) define que os principais elementos do BPMN são as atividades, os *gateways* e a sequência do fluxo, definido pelas setas no diagrama, como podemos ver na figura:

Figura 6 - Diagrama do Processo Venda de Plano de Dados Móveis



Fonte: Autoral

No diagrama acima os principais eventos foram identificados, e esses eventos podem ser descritos da seguinte forma:

- **Eventos:** Os indicam quando algo acontece dentro do processo, e não é uma atividade. Podem ser: evento inicial, que indica o início do processo; evento intermediário, indica algum fenômeno que deve acontecer para que o processo continue; e por fim evento final, que indica o término do processo
- **Atividades:** Uma atividade é uma unidade de trabalho de um processo, representam o que tem que ser realizado e quando tem que ser realizado;



- Gateways: São elementos utilizados para realizar desvios no processo, podendo representar uma decisão ou atividades que acontecem em paralelos, no caso do gateway paralelo;
- Fluxo sequencial: É utilizado para representar a ordem em que as atividades e eventos são executados.
- Artefatos: São elementos que representam sistemas e documentos, ou seja, o fluxo de informação dentro do processo.

Para Nogueira (2014), para assegurar resultados satisfatórios é preciso ter o controle do processo, avaliando quanto à sua estabilidade e capacidades por meio de indicadores que, de forma mensurável, traduzem as necessidades e os anseios expressados pelo cliente de um determinado processo em relação a qualidade do mesmo.

## **2.9. Indicadores**

Uma empresa que faz uso da informação necessita se estruturar se basear em metas que determinem os objetivos da organização. Trabalhando com *feedbacks* visando que os membros da organização exerçam o controle, relacionando as metas e os resultados realmente alcançados (DRUCKER, 2002). Conseguindo identificar se as metas estipuladas estão sendo condizentes com a realidade da empresa.

Segundo Neely (1998), o atual cenário pressiona as empresas a adquirirem novos modelos de avaliação de desempenho para: identificar e comunicar a posição no mercado; contribuir para que os funcionários se mantenham mais comprometidos com as mudanças ou projetos de melhorias que estão sendo implantados; e para auxiliar na tomada de decisão nas mudanças e melhorias empresariais. E dessa forma usando esses modelos, é possível ter uma visão da real situação da empresa e conseguir realizar traçar metas melhores e objetivos mais claros.

Para Rummer e Brache (1994), ter o real conhecimento da função dos indicadores consiste em entender a função dos mesmos dentro da instituição, bem como o alcance de sua aplicação. Onde uma organização bem gerenciada, pode ser maior que a soma de suas partes. E evita criar vários

indicadores que não contribuem em nada para a tomada de decisão e para a realidade da empresa, sendo apenas uma rotina de levantar dados de indicadores que não agregam valor.

Os indicadores são definidos como função que conseguem a obtenção de dados sobre um processo, sistema, produto ou uma grandeza em determinado período. E quando bem estruturados e organizados, é alcançado um sistema de medição (MACEDO-SOARE, RANTTON,1999). Esse sistema de medição traz informações úteis e valiosas, ajuda a medir determinados resultados e variáveis da informação e comparar informações para tomar decisões mais assertivas.

Os indicadores são essenciais em uma organização, porque conseguem comunicar, conforme afirma Carregaro (2003), o que é importante para toda a organização, a estratégia da empresa, resultados dos processos, o controle e a melhoria contínua para os processos de sua cadeia de valor. O que define a estrutura de uma organização, e como toda organização se comunica internamente e externamente.

De acordo com Takashina e Flores (2005), indicador provém da ligação entre dois ou mais dados estatísticos que formam uma relação. Onde indicador mostra uma informação de valor, que é possível inferir, se o objetivo da organização foi ou não alcançados. Os indicadores também são usados para controlar e melhorar o desempenho e a qualidade de serviços, processos e produtos representando qualitativamente as características dos mesmos. Mostrando assim, que indicadores podem trazer informações qualitativas quanto quantitativas, o que ajuda ainda mais na gestão da empresa.

A gestão eficaz e eficiente está relacionada diretamente aos processos empresariais, nos quais os objetivos estratégicos conseguem informação através do sistema baseado nos indicadores de desempenho. E isso faz com que empresas da mesma atividade, que tenham a mesma quantidade de recursos obtenham resultados, resultados diferentes. Isso se deve a como os recursos e suas potencialidades são geridos (REGINATO; GUERREIRO, 2011). E as avaliações de desempenho conseguem trazer informações que servem de insumo para otimizar ainda mais a gestão, conseguindo usar menor recursos, e produzir mais, seja serviço ou produto.

Os indicadores podem surgir através da gestão estratégica, pela missão, visão e por seus valores, fatores que essenciais para alcançar metas e objetivos estratégicos, através da gestão operacional, pelos seus processos, e por fim através das suas partes interessadas, que são os clientes, servidores, sociedade, fornecedores e etc (MCCLURE, 1997). Conseguindo ao mesmo tempo buscar a excelência operacional e também olhar para fora da empresa através de uma gestão estratégica eficaz.

Vantagens competitivas surgem da ocorrência de níveis de performance acima do mercado, através das estratégias adotadas pela empresa (VASCONCELOS; CYRINO, 2000). A partir do momento que se estuda os concorrentes e busca melhorar os pontos fortes, e mitigar ou acabar com os pontos fracos da organização, para sempre estar à frente dos concorrentes.

Segundo Oliveira, Perez Júnior e Silva (2009), algumas variáveis devem ser consideradas antes da implantação dos indicadores:

1. Consistência: que não existindo nenhum conflito com outro indicador utilizado pela empresa;
2. Confiabilidade: que possua padrões bem definidos, onde os dados são confiáveis e não distorcidos;
3. Validade: que mesmo confiáveis deve-se buscar adotar da forma correta para que tenham validade;
4. Relevância: sejam úteis, e não sejam substituíveis.

De acordo com Slack (1997), não é possível atribuir a um único indicador a complexidade de um negócio, é necessário a criação de diversos indicadores para alcançar aspectos variados, nos quais é baseado a estratégia do negócio. É necessário entender que os indicadores devem ser relacionados para que a gestão eficaz seja alcançada. Porquê da mesma forma que as áreas da empresa estão conectadas de alguma forma seja pela troca de matéria, produto ou informação, os indicadores das áreas distintas também complementam uns aos outros.

Indicadores gerenciais estão relacionados ao acesso, disponibilidade, qualidade e registro da informação e ao envolvimento de todos os colaboradores da organização. Para gerar agilidade nos processos produtivos, os funcionários devem ter autonomia na tomada de decisão, utilizando ferramentas gerenciais, para que informações para controle e avaliação de

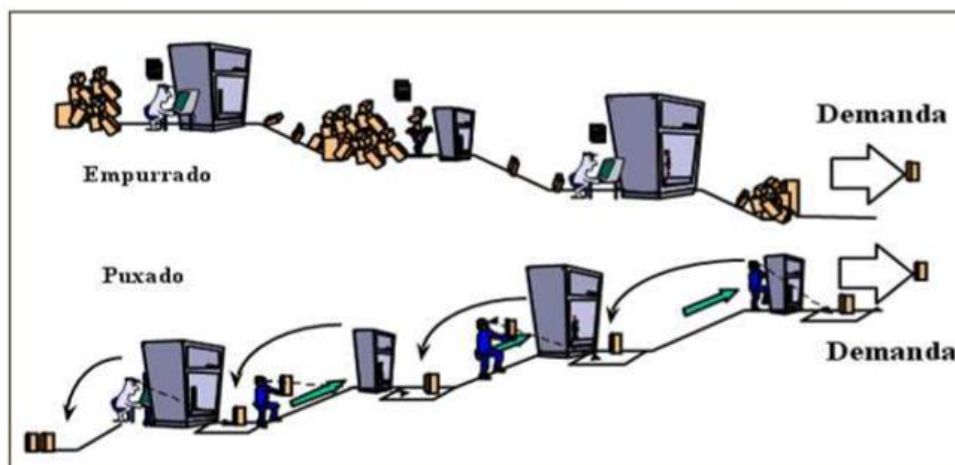
resultados, sejam alcançadas no final de cada processo. (PONGELLUPE, 2002). Porque se os funcionários estão bem treinados, sabem os processos e procedimentos, e tem acesso as metas da empresa, estarão prontos para tomar as decisões usando as ferramentas, e otimizar o tempo do processo.

## 2.10. Produção Puxada

O sincronismo entre as operações de uma fábrica deve existir dentro do processo de manufatura de forma que sejam processados na quantidade, qualidade e no momento certo. Os processos produtivos que possuem várias etapas de fabricação podem ser divididos em dois sistemas de produção, empurrado e puxado (TARDIN; LIMA, 2000).

Segundo Corrêa e Corrêa (2004), produção puxada busca eliminar o acúmulo de estoque através da premissa que uma atividade só começa quando o cliente da mesma a solicite. Porque como é sabido, estoque é recurso parado, então deve ser evitado, e usado apenas quando necessário. O conceito de produção puxada vem em contrapartida ao conceito de produção empurrada utilizado na produção em massa. Na produção empurrada o ritmo de produção era sempre o máximo possível, porque trabalhadores e máquinas não poderiam ficar ociosas, desconsiderando a demanda e o ritmo da próxima etapa, o que acabava gerando enormes excedentes, como é ilustrado na Figura 7.

Figura 7 - Sistema empurrado e sistema puxado

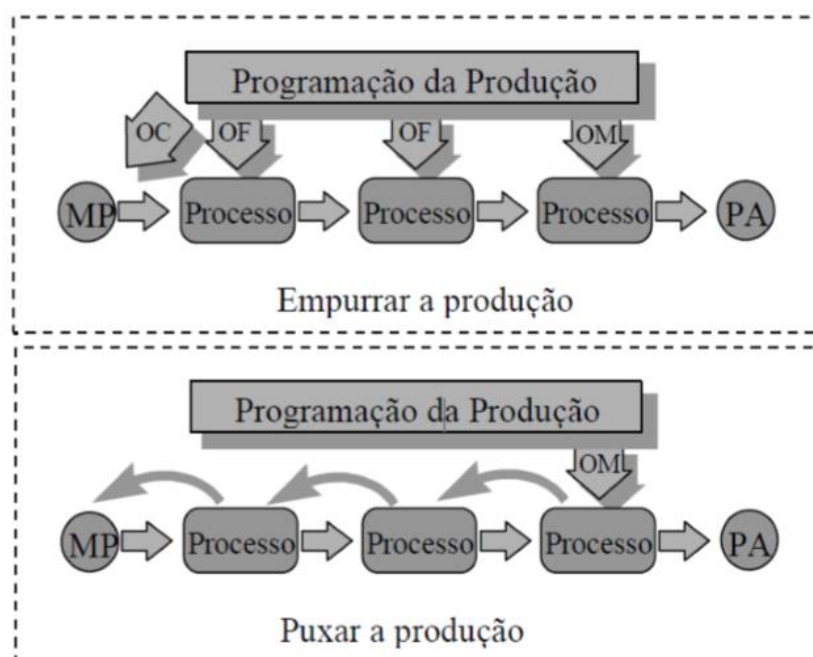


Fonte: Corrêa e Corrêa (2004)

Corrêa e Corrêa (2005), afirmam que, o sistema just in time propõe uma forma de puxar a produção. No sistema de produção puxado o material é solicitado pela próxima etapa através de acionamento. Com o sistema de produção puxado é eliminado não há necessidade de se programar todas as operações por onde passará um pedido. O sistema de sinalização conecta as operações do processo, determinando o que fazer e quanto fazer. O Sistema Kanban é um método de se fazer esta sinalização. O sistema de puxar a produção é iniciado pela última etapa do processo. Assim reduz estoques, seja de estoque de produto pronto ou inacabado, e elimina outros desperdícios como transporte demasiado de insumos e colaboradores.

Na produção enxuta, a empresa deve puxar o pedido através do cliente ao invés de produzir conforme o máximo da sua capacidade, conforme a Figura 8, não necessitando empurrar a produção. Conseguindo assim, produzir apenas o que o cliente quer, quando quer, evitando desperdícios e estoques e um produto de alto valor para o consumidor (WOMACK; JONES, 1998). Conseguindo reduzir desperdícios citados pela metodologia *Lean*, conseguindo aproveitar os benefícios do conceito *Just in Time*.

Figura 8 - Empurrar e puxar a produção



Fonte: Tubino, 1997

Segundo Tardin e Lima (2000), existem algumas premissas que devem ser levadas em consideração na hora de implementar a produção puxada:

- Liberação de maior poder para os operadores de produção, para que decidam o que, quando e quanto produzir. Além de conseguir motivar os funcionários, consegue que as metas sejam alcançadas com maior facilidade;
- Produzir o que o cliente pedir; redução de material em processo. Reduzindo estoque intermediários e finais;
- Realização da manutenção preventiva de equipamentos. Evitando os custos altos da manutenção corretivas do equipamento, que por sua vez é muito maior;
- Garantia da qualidade para que os estoques mantenham-se mínimos. Reduzindo a quantidade de recurso parado;
- Redução de tempos de setup, para aumentar a flexibilidade;
- Sincronizar os processos, para que estes tenham a capacidade de produzir no ritmo da etapa final do processo. E assim evitar que alguma etapa vire um gargalo da produção, ou que maquinários e funcionários trabalhem desnecessariamente;

Sistemas de puxados baseados em unidades bem conhecidos, como Kanban, são projetados para situações de Make-To-Stock (MTS), pois usam pequenos estoques intermediários. As empresas Make-To-Order (MTO) possuem uma variedade de estoque, o que conseqüentemente leva a um número muito grande de diferentes compartimentos ou loops de cartão. E a repetição de demandas idênticas, não causa uma espera excessiva nos estoques intermediários. (Stevenson et al. 2005). Portanto a produção puxada já está implícita nos sistemas produtivos MTO, sendo desnecessário esforços para aplicar esse conceito na produção.

Chu e Shih (1992) classificam as várias medidas de desempenho do sistema puxado em três categorias: geral, inventário relacionado e data de vencimento, e defende que existem três critérios que são bastante usados para avaliar erroneamente o desempenho: utilização da instalação, taxa de *throughput* e utilização da instalação WIP, mas como o Just in Time não busca manter o funcionários e as máquinas sempre ocupadas, não deve-se levar

esses critérios como medida de desempenho (Goldratt e Cox, 1986) assim, o critérios importantes restantes são WIP e taxa de *throughput*. Mensurando de forma correta e assertiva a aplicação do conceito de produção puxada na empresa, e auxiliando a aplicação no sistema.

## **2.11. Auditorias Internas**

Conforme definido na ISO 19011: 2002 – Diretrizes para sistemas de gerenciamento de Auditoria é um “processo sistemático, independente e documentado para obtenção de evidências (registros, declarações de fato ou outra informação que sejam relevantes e verificáveis) e avaliando-o objetivamente para determinar na medida em que os critérios de auditoria (conjunto de políticas, procedimentos ou requisitos) sejam cumpridos. Vários métodos de podem ser empregados para atingir o propósito da auditoria”.

Existem três tipos diferentes de auditorias: produto (que inclui serviços), processo e sistema. Porém a revisão de documentos pode ser usada, na auditoria, complementando ou não os três tipos citados (CAMPOS, 1992). Os documentos servem de suporte para verificar também a conformidade, entre o que foi planejado e o que foi executado, seja o projeto do produto, o diagrama do processo ou o projeto de implantação de um sistema.

Segundo Russell (2007), uma auditoria de processo é uma auditoria de um processo em relação a requisitos previamente definidos. Envolve verificação por avaliação de uma operação ou método contra instruções ou padrões acordados. Mede a conformidade com esses padrões e a eficácia dos treinamentos.

Uma auditoria de processo pode verificar a conformidade com os requisitos definidos, como tempo, precisão, temperatura, pressão, composição, capacidade de resposta, amperagem e mistura de componentes. Pode envolver processos especiais, como tratamento térmico, soldagem, revestimento, encapsulamento, soldagem e exame não destrutivo (ARTER, 2003). Portanto consegue atingir desde procedimento rotineiros até especificações, do produto ou serviço.

Russell (2007) defende que uma auditoria de processo examina os recursos (equipamentos, materiais e pessoas) denominados transformadores, que são usados no processo de tornar as entradas em saídas do processo, transformar também o ambiente, os procedimentos e instruções seguidos e as medidas coletadas para determinar o desempenho do processo. E auditoria de processos avalia como os processos fluem, seus riscos e controles, e o alcance dos objetivos, fornecendo assim valor agregado.

Os auditores de processo usam modelos e ferramentas, como fluxogramas simples, mapas de processo ou diagramas de fluxo de processo. Os fluxogramas geralmente identificam entradas, pessoas, atividades ou etapas, medidas e saídas. O auditor geralmente obtém essas informações de um procedimento ou fluxogramas fornecidos pela organização auditada. Durante a primeira parte da auditoria, os auditores devem registrar nomes de clientes atuais, números de pedidos, números de roteamento e números de projetos para que possam vincular e verificar as etapas do processo durante a auditoria (RUSSEL, 2005)

Segundo a ISO 19011, os processo de auditoria pode ser dividido em 4 fases:

- **Preparação:** A preparação consiste em tudo o que é feito antecipadamente pelas partes interessadas, como o auditor
- **Desempenho da auditoria** – A fase de desempenho é frequentemente chamada de trabalho de campo. É a parcela de coleta de dados e abrange o período desde a chegada ao local até a reunião de encerramento.
- **Relatório de auditoria** – O objetivo do relatório de é comunicar os resultados da investigação.
- **Acompanhamento e encerramento da auditoria** – De acordo com a norma ISO 19011, cláusula 6.6, “A auditoria é concluída quando todas as atividades planejadas de foram realizadas ou acordadas com o cliente auditado.

Ramos e Martinez (2006) observa que para gera um sistema de auditoria, deve-se gerar um plano de auditoria que determine:

- I. Área que serão auditadas
- II. Definição do responsável pela auditoria
- III. Frequência da auditoria



- IV. Métodos para relatar não conformidades e recomendações
- V. Meio para determinar ações preventivas que devem ser tomadas

Para Russell (2007) ao auditar um processo, o auditor também deve procurar o ciclo PDCA (planejar-fazer-chechar-agir), que é uma boa garantia que o processo rode bem, com procedimento documentado ou não. Porque com essa técnica consegue tanto realizar a implantação do processo, como também tratar não conformidades e *gaps* identificado já no momento inicial do processo na empresa.

Os auditores determinam um meio para avaliar se as pessoas sabem como fazer a atividade, se existe um controle ou medida para determinar a aceitação e a ação realizadas quando as saídas não estão conforme (HAMMER, 1998). Avaliando assim a implantação do processo e os treinamentos que são passados para os trabalhadores, porque a parte mais difícil da padronização de um processo não é diagramar o padronizar, mas sim colocar o processo rodando na rotina na empresa.

### **3. Metodologia**

De acordo com Gil (2002), pesquisa pode ser definida como procedimento sistemático e racional que busca encontrar respostas ao problemas e questões levantadas. Desta forma, a pesquisa se torna fundamental quando não existem informações para responder uma determinada questão, ou quando as informações existentes não são encontradas de forma objetiva e clara.

Silva e Menezes (2005) estabelecem quatro critérios para a classificação da pesquisa, sendo eles: natureza da pesquisa, forma de abordagem do problema, objetivos e procedimentos técnicos

#### **3.1. Natureza da Pesquisa**

A natureza da pesquisa é classificada como uma pesquisa aplicada. Gil (2008) defende que a pesquisa aplicada possui como maior foco o

interesse na aplicação, utilização e consequências práticas do conhecimento literário. Não possui como objetivo principal o desenvolvimento de teorias de valor universal.

### **3.2. Abordagem**

A classificação do estudo a ser realizado, em relação à abordagem do tipo de pesquisa, é considerada qualitativa. Segundo Goldenberg (1997), a pesquisa qualitativa não busca a representatividade numérica, mas sim com o entendimento de um grupo social, de uma organização e etc.

### **3.3. Níveis de Pesquisa**

De acordo com Gil (2008), os níveis de pesquisas podem ser classificados em três grupos: estudos exploratórios, estudos descritivos e estudos que verificam hipóteses causais. O objetivo do presente trabalho pode ser classificado como exploratório, porque terá como principais objetivos desenvolver, esclarecer e possivelmente modificar conceito e ideias do conceito *Lean*, podendo ajudar em hipóteses pesquisáveis para trabalhos posteriores.

### **3.4. Estudo de Caso Único**

Esta pesquisa seguirá a forma de estudo de caso para realizar a coleta de dados organizacionais, avaliando condições reais no meio específico, reunindo a análise teórica e prática. De acordo com Yin (2001), estudo de caso investiga um fenômeno contemporâneo dentro de um determinado contexto, de forma empírica, principalmente quando o contexto e o fenômeno não estão claramente definidos. Para Gil (2008, p. 54) “o estudo de caso é caracterizado pelo estudo profundo e exaustivo de

um ou de pouco objetos, de maneira a permitir o seu conhecimento amplo e detalhado”.

O presente trabalho se caracteriza como um estudo de caso único, porque é o uso da metodologia *Lean*, aplicado na realidade e no cenário de uma empresa específica.

#### **3.4.1. Análise Documental**

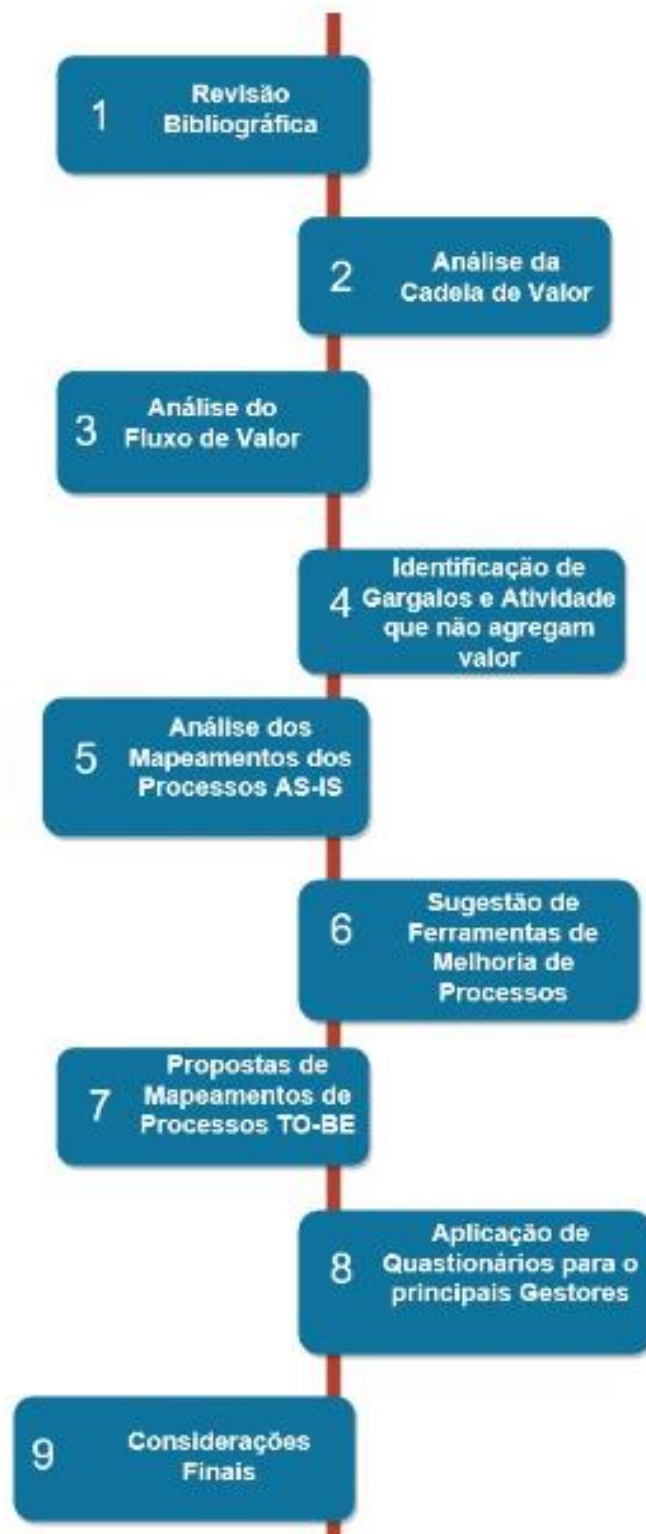
Para Richardson et al (1999), análise documental consiste em uma série de operações que visam estudar documentos no intuito de compreender circunstâncias sociais e econômicas.

Para a realização da pesquisa será realizado análise documentais para dessa forma ser possível compreender e analisar o estado atual da empresa, sendo esses documentos os mapas do fluxo de valor da empresa, mapeamentos de processos, e qualquer outro documento que seja necessário analisar durante a pesquisa. E dessa forma ser possível elaborar uma proposta de melhoria.

#### **3.5. Etapas da Pesquisa**

O esquema abaixo demonstra de forma simplificada as etapas da pesquisa, desde a revisão bibliográfica até a conclusão do trabalho:

Figura 9 – Etapas da Pesquisa



Fonte: Autoral

- Etapa 1: Primeiramente será realizado uma revisão na literatura, buscando identificar todos conceitos necessários que serviriam de insumo para a realização de todo o trabalho. Entendendo o conceito *Lean Manufacturing*, seus objetivos e seus benefícios.
- Etapa 2: Com um suporte literário, o próximo passo é adentrar na realidade da empresa e do mercado de construção civil, dando início ao estudo de caso para analisar a Cadeia de Valor e Mapa de Fluxo de Valor, onde será retratado uma visão macro da situação atual da empresa;
- Etapa 3: A próxima etapa será analisar a cadeia de valor seguindo os parâmetros definidos por Porter (1990), realizando entrevistas com os principais gestores das áreas envolvidas, com perguntas abertas para em conjunto identificar os processos e a relação entre eles, identificando a situação da empresa, analisando pontos fracos e fortes nos procedimentos e rotinas da organização;
- Etapa 4: Com Mapa de Fluxo de Valor em mãos, será realizado uma análise para buscando identificar gargalos, atividades facilitadoras e atividades que não agregam valor, sendo a última priorizada de acordo com o seu impacto no processo. As atividades serão classificadas com base na agregação de valor, com base nos sete desperdícios da metodologia *Lean* e com base no fluxo de informações e materiais;
- Etapa 5: Após identificar, numa visão mais macro, os gargalos, os processos AS-IS (representação do cenário atual do processo) dessas atividades, elaborados pela, buscando uma visão mais detalhada, serão analisados para identificar de fato, as reais causas dos problemas encontrados;
- Etapa 6: Será proposto a aplicação de diversas ferramentas da qualidade e de melhoria de processos, sendo essas ferramentas usadas

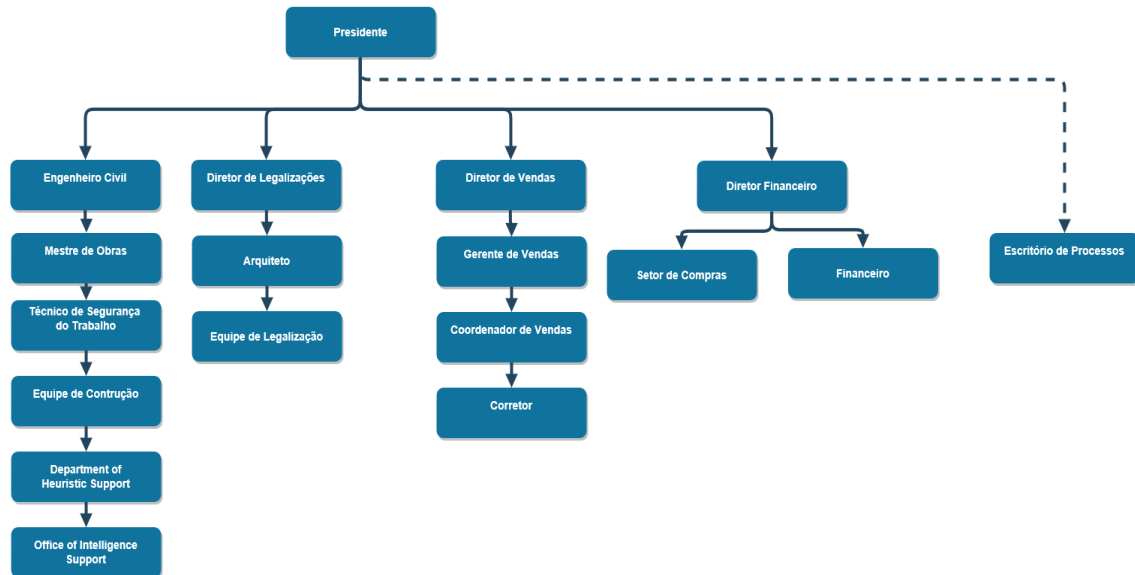
para levantar problemas, propor melhorias e elaborar planos de ação para implementar as melhorias;

- Etapa 7: Com as melhorias implementadas, o passo seguinte é a proposta de mapeamentos dos processos TO-BE (representação do processo após as melhorias realizadas), que buscará padronizar e otimizar as atividades onde foram identificados problemas;
- Etapa 8: Será aplicado um questionário semiestruturado, com 90% das questões fechadas, usando a escala Likert de 1 a 5, para avaliar de forma mais quantitativa a opinião que os principais gestores da empresa e da obra tiveram da aplicação do *Lean* na empresa. E o questionário vai possuir 10% de perguntas abertas, para conseguir absorver questões que não foram colocadas dentro do questionário, e que podem agregar para a avaliação da metodologia;
- Etapa 9: Por fim, na última etapa estão as conclusões do trabalho, onde consolida os resultados obtidos através da implementação do *Lean* na construção civil;

#### **4. Empresa**

A empresa que será utilizada para o estudo de caso é a 7LM Empreendimentos Imobiliários, uma empresa do ramo imobiliário que atua em como incorporado, construtora e imobiliária. Então cuida de todo o ciclo de vida dos seus imóveis, desde a parte de legalização até a venda e pós-vendas dos imóveis. Abaixo podemos ver um organograma da empresa, onde é possível identificar a estrutura hierárquica.

Figura 10 - Organograma



Fonte: Autoral

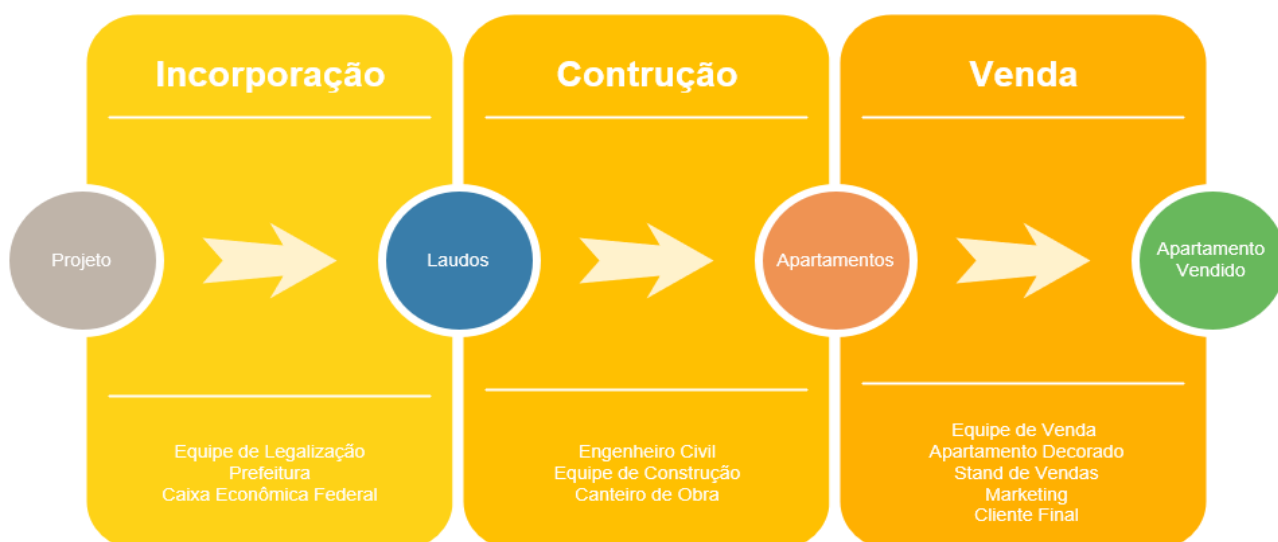
O mercado alvo da empresa é o programa habitacional do governo federal o Programa Minha Casa Minha Vida, destinado principalmente às pessoas de baixa renda, com objetivo principal de reduzir o déficit habitacional do país, promovendo financiamento dos imóveis de até 30 anos e com parcela acessíveis, atingindo até trinta por cento da renda do cliente.

Para que os imóveis consigam se encaixar dentro do programa, é necessário que eles não ultrapassem um valor máximo estipulado pela Caixa Econômica Federal, para que as parcelas mensais não fiquem altas. Por conta disso a empresa tem que reduzir ao máximo seus custos para que consiga aumentar a margem de lucro e tornar o negócio viável.

Uma estratégia adotada é produção em grande escala, para que dessa forma consiga lucrar na quantidade já que o lucro unitário não é alto. E para alcançar essa produção a empresa busca a padronização dos seus processos administrativos e de produção.

A empresa possui três unidades de negócio incorporação, construção e venda como podemos ver na figura abaixo, onde é possível identificar as entradas e saídas de cada unidade e também os insumos, sendo material, pessoal ou estrutura, necessários para a realização da unidade de negócio em questão.

Figura 11 - Unidades de Negócio



Fonte: Autoral

#### 4.1. Incorporação

A primeira atividade que a empresa desenvolve, a incorporação, é o primeiro momento dentro do ciclo de vida dos imóveis, é nessa etapa onde são feitos os projetos e memoriais descritivos, e quando a empresa consegue os alvarás, liberações e todas as legalizações para a construção dos empreendimentos, é um trabalho feito junto com as prefeituras, administração, Caixa Econômica, órgão responsáveis por energia e água de cada município.

#### 4.2. Construção

A segunda unidade de negócio é a construção dos apartamentos. Após conseguir toda a documentação de legalização, o processo de construção é iniciado. Para conseguir produzir em grande escala, a empresa constrói usando o método de forma de concreto, essa forma é composta por diversas placas de alumínio que são montadas com o formato do apartamento para receber o concreto, após a concretagem a forma é desmontada e segue para outro apartamento. Dessa forma a empresa consegue construir um apartamento por dias usando a forma, então a produtividade da empresa depende grande parte de quantas formas a mesma possui, se possuir dez formas, conseguirá construir dez apartamentos por dia.



### **4.3. Venda**

E por fim, a última unidade de negócio é a venda dos apartamentos. Com a etapa da construção concluída a empresa funciona como uma imobiliária, que tem toda uma estrutura de vendas, com corretores e gerentes, e fazem uso do software Moskit que é um CRM (*Costumer Relationship Management*), que auxiliar toda a equipe de venda no atendimento ao cliente.

A venda pode ocorrer também na planta, então nesse caso o processo de venda e de construção acontecem em paralelo, mas os procedimentos e rotinas para as duas unidades de negócio são os mesmos.

### **4.4. Unidade de Negócio Foco**

O presente trabalho vai ter enfoque na construção dos apartamentos, tentando primeiramente entender o cenário atual, e acompanhar a aplicação da metodologia *Lean*, para conseguir avaliar o uso da metodologia nesse modelo de construção.

A 7LM tem um sistema integrado de gestão de gestão empresarial UAU que é conceitualmente um ERP (Enterprise Resource Planning), por onde passa toda a informação relativos a documentação e material da empresa, desde a compra, recebimento, alocação e uso de material, e em um segundo momento de toda a informação relativa venda dos imóveis, contemplando disponibilidade, reserva e venda de unidades. É possível verificar dessa forma que o software UAU, está diretamente ligado à unidade de negócio foco, causando a sua aparição em diversos momentos do trabalho.

## **5. Estudo de Caso**

### **5.1. Cadeia de Valor**

Após compreender o funcionamento da empresa como um todo e ter estabelecido a unidade de negócio que seria o foco do trabalho, o próximo passo foi realizar uma análise da cadeia de valor da empresa. Porém

primeiramente foi necessário realizar uma adaptação da cadeia de valor de Porter, porque na unidade de negócio em questões têm atividade que não é praticada, porque não está dentro do escopo que é: Marketing e Vendas. Que no caso essa atividade pertence ao escopo da unidade de negócio de vendas. Portanto, a figura abaixo mostra a cadeia de valor adaptada.

Figura 12 - Cadeia de Valor Adaptada



Fonte: Autoral

Realizando a análise em cada atividade da cadeia de valor, através de entrevistas com os principais gestores das áreas envolvidas, para conseguir ter a visão do todo pela perspectiva dos clientes dos processos podemos inferir primeiramente para as atividades primárias:

- **Logística de entrada:** O processo referente à essa atividade é o recebimento de material, foi possível identificar que é bem definido, assim que o material chega no canteiro de obra, ele é lançado no UAU, junto com a Nota Fiscal da compra. Dessa forma o material já está disponibilizado em estoque;
- **Operações:** Já observando essa perspectiva, percebe-se que há algumas falhas: o material não retirado do sistema, e descrito a aplicação do material. O que possibilita furtos de material, pedidos

desnecessários por não saber se ainda existe uma quantidade daquele material que será pedido no estoque, fazendo com que no final da obra sobre muito material, que muitas vezes não podem ser reutilizados ou guardados durante muito tempo. Ficando evidente que não há uma gestão básica de estoque.

Não há uma rotina e procedimentos de trabalho no almoxarifado, até porque as pessoas que hoje atuam nesse setor não estão capacitadas, portanto não há uma gestão da informação. O que gera muitos erros como recebimento incorreto de material, material a mais ou a menos do que foi pedido, sendo que em cada um desses casos existem consequências, podendo ser ter que pagar pelo material a mais, e que não será utilizado naquele momento, ou da obra parar devido à falta de material.

Foi possível identificar que o processo de construção não é padronizado, depende muito das decisões do mestre de obra e do engenheiro civil, não tem uma sequência de trabalho bem definida e estruturada, o que dificulta a previsão de gastos e o planejamento como um todo da obra, dificultando a gestão. Com isso também a produtividade não está otimizada, porque sem a sequência lógica de trabalho, existem atividades que poderiam ser descartadas, e também não é possível identificar gargalos;

- **Logística de saída:** Construção civil gera muito resíduos, não existe processos bem definido para lidar com os resíduos existentes, podendo muitas vezes praticar logística reversa e aproveitar esses resíduos com fins econômicos;
- **Serviços:** Muitos dos serviços realizados pela empresa são realizados por empresas ou trabalhadores terceirizados, é possível verificar que o serviço do terceirizado é realizado com êxito, atendendo as necessidades da empresa, porém a parte de gestão desses serviços não é bem definida, como por exemplo, mensalmente são realizadas medições dos serviços dos terceirizados para efetuar o pagamento relativo ao serviço que já foi feito. Essa etapa serve também para avaliar a qualidade do serviço realizado, mas não é padronizado a avaliação do

serviço, e não é documentado, deixando a decisão completamente com o mestre de obra.

E foi realizado uma análise para as atividades de apoio, também através de entrevista com os principais clientes dos processos de cada área, e foi possível inferir:

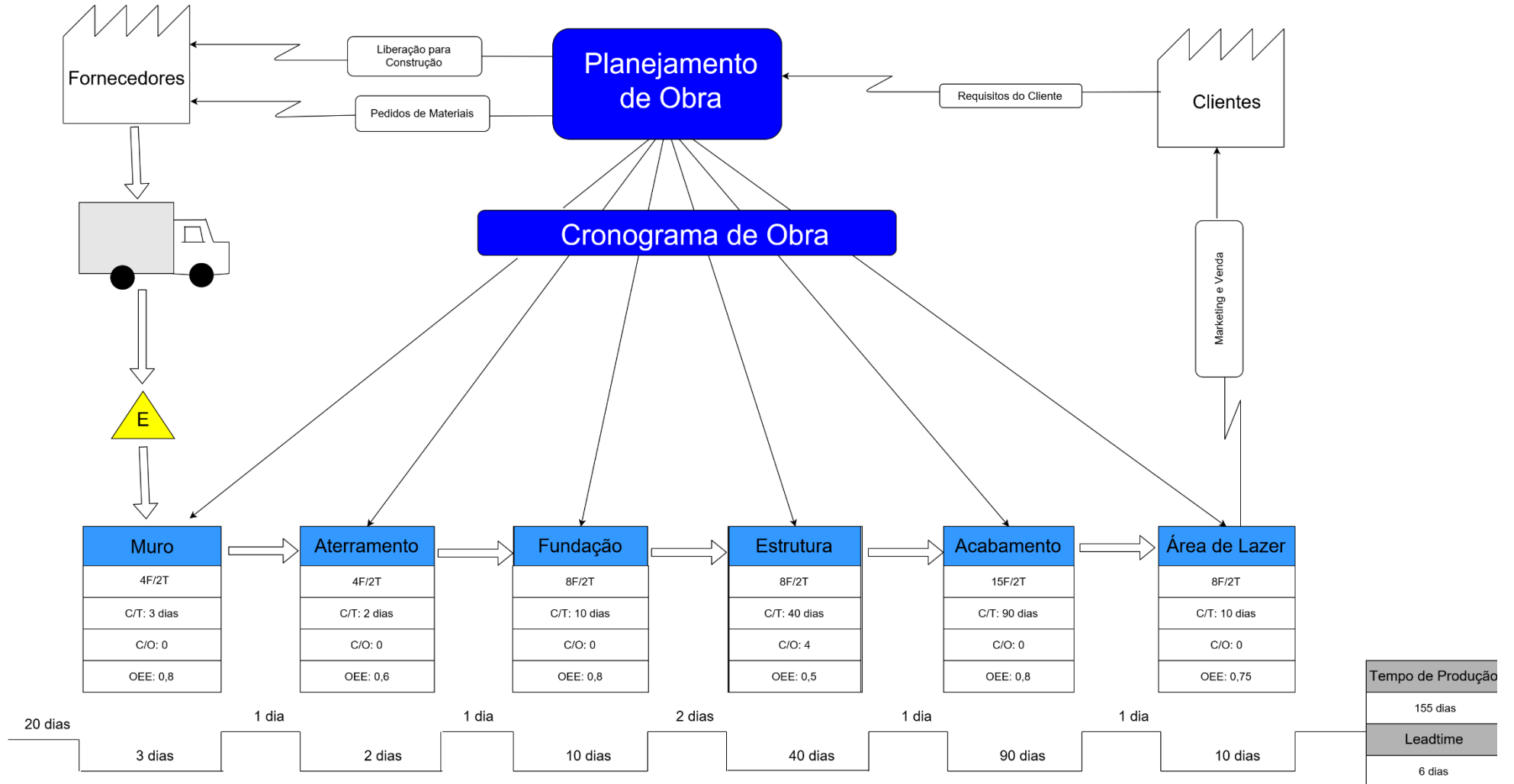
- **Infraestrutura:** O layout do canteiro de obras é bem definido e bem estruturado, buscando otimizar os espaços e também a rotina, amenizando locomoção demasiada dos funcionários, máquinas, equipamentos e a própria forma de concreto;
- **Gestão de recursos humanos:** Não existe um setor de recursos humanos dentro da obra, as contratações e demissões é feito pelo encarregado da obra e que não é capacitado para realizar essa atividade. E na obra o índice de rotatividade é alta, portanto se mostra necessária estabelecer uma melhor gestão de estoque;
- **Desenvolvimento tecnológico:** É possível verificar que a empresa está em busca contínua por novas tecnologia que irão otimizar a construção dos apartamentos e reduzir os custos, porém os procedimentos dessa busca e implementação não estão bem definidos, sendo que é de extrema importância para a gestão de custo e gestão da produção dos apartamentos
- **Aquisição/Compra:** Na empresa foi possível identificar que o pedido dos materiais que não são críticos, que não demoram para ser entregues, é feito de forma segmentada, e o pedido dos materiais críticos, que possuem um tempo de entrega elevado, é realizado antes da obra começar e em um volume muito grande de material, não existe um planejamento ou cronograma de compra, o que além de gerar erro humano, pedindo material a mais ou a menos, pela falta de padronização, também pode parar a obra, por faltar algum material essencial para a construção dos apartamentos, por não ter previsto a necessidade daquele material.

## **5.2. Mapeamento do Fluxo de Valor**

Para realizar a análise do mapa do fluxo de valor atual, foi necessário analisar o mapa disponibilizado pela empresa e juntamente com os principais gestores do processo de construção dos apartamentos entender o funcionamento do processo através de entrevistas realizadas.

O canteiro de obra é composto por 6 processos construtivos denominados: Muro; Aterramento; Fundação; Estrutura; Acabamento; Área de lazer. A empresa desenvolve antes de iniciar a construção o Planejamento da Obra, que gerencia todo o processo de construção. Vejamos na Figura abaixo como o Mapeamento do Fluxo de Valor foi representado.

Figura 13 - Mapeamento do Fluxo de Valor do Processo de Construção dos Apartamentos



Fonte: Autoral

Visualizando a figura acima, podemos entender como funciona o processo de construção dos apartamentos, e montar uma sequência:

1. O processo se inicia quando o empreendimento ele é incorporado e legalizado, dessa forma o Planejamento da Obra é montado e o documento que serve de insumo para a tomada de decisão durante a obra. Com o Planejamento aprovado, é iniciado a compra dos materiais;
2. Existe uma cadeia de fornecedores de matéria-prima que realizam suas entregas via transporte rodoviário. Entre o pedido e o recebimento da matéria-prima, leva-se 20 dias, porque é realizado a compra dos materiais críticos da obra, como cerâmica, portas, janelas, canos, madeiras, aço e diversos insumos usados durante toda a obra no início de uma só vez. Esse material de acordo com que é recebido, é estocado, aguardando o momento em que será usado;
3. Dentro do Planejamento da Obra, está o Cronograma da Obra, documento esse que estabelece as datas de início e fim de cada processo construtivo;
4. O primeiro processo de construção a ser realizado é o Muro, usando turnos de 8 horas e 4 funcionários, são necessários 3 dias (C/T) para construí-lo. Sabe-se também que o OEE (Overall Equipment Effectiveness), que representa o produto dos indicadores de disponibilidade x performance x qualidade é de 0,8. E é necessário verificar que não existe tempo de *setup* nessa etapa;
5. Após a construção do muro, existe um *leadtime* de 1 dia para início da próxima etapa que é o Aterramento, esse *leadtime* é para realocação de materiais e colaboradores. No Aterramento é onde o solo é nivelado e preparado para a construção. Essa etapa não tem tempo de setup, e usa 4 funcionários durante 2 dias (C/T) em turnos de 8 horas. E o seu OEE é de 0,6;
6. Com o terreno preparado, gasta-se 1 dia para realocar materiais e pessoal para iniciar a Fundação. A Fundação é o momento em que se prepara a base do prédio, a sustentação da estrutura. Nessa etapa são utilizados 8 colaboradores em turnos de 8 horas durante 10 dias. O OEE dessa etapa é 0,8 e não existe tempo de *setup*;

7. Após a finalização da Fundação, existe um *leadtime* de 2 dias, para realocar o pessoal e o material, esse *leadtime* é maior do que o padrão porque a forma de concreto em geral está em outra obra e para trazer a forma para o empreendimento que será construído demora 1 dia. Passa o *leadtime* inicia-se a Estrutura, que é a construção das paredes dos apartamentos, essa etapa demanda 8 funcionários em trabalhando durante 40 dias (C/T) em turnos de 8 horas. E como a forma construi apenas 2 apartamentos por vez, ela tem que ser desmontada e montada novamente, e esse tempo de *setup* dura 4 horas. Dessa forma o OEE é 0,5, devido ao tempo de *setup* principalmente;
8. Com a estrutura dos apartamentos prontas, gasta-se 1 dia realocando pessoal e material para a realização do Acabamento, que é o momento de montagem das portas, janelas, pias, vasos, pintura e etc.. Essa etapa tem demanda 15 funcionários trabalhando durante 90 dias (C/T) em turnos de 8 horas. Não existe tempo de *setup* nessa etapa e o OEE é 0,8;
9. Para a realização do último processo construtivo, a Área de Lazer, existe um *leadtime* de 1 dia que antecede o processo, para realocação de materiais e pessoal. A Área de Lazer compreende a construção das piscinas, churrasqueiras e do parquinho. Essa etapa demanda 8 colaboradores trabalhando durante 10 dias (C/T) em turnos de 8 horas. Não existe tempo de *setup* nesse processo e o OEE é de 0,75;
10. Portanto desde a liberação de construção, realizado no momento da aprovação do Planejamento da Obra, até a finalização da construção dos apartamentos demoram 155 dias, desses 6 são *leadtimes* entre os processos construtivos, e 149 dias é o tempo que os processos, seja de compra ou de construção, demoram para ser finalizados;
11. Com os apartamentos prontos é liberado a venda dos apartamentos, no caso de apartamentos vendidos na planta é liberado a entrega dos mesmos;
12. O cliente por sua vez, responde questões de pesquisa de satisfação e envia informações eletronicamente para um sistema gerencial da empresa (representado por uma seta em forma de raio no mapa). Estas informações são reunidas com informações de pesquisa de mercado que alimenta todo o sistema e serve de insumo para o desenvolvimento de novos produtos ou de



melhoria dos mesmos. Essas informações entrarão no próximo Planejamento da Obra.

### **5.2.1. Análise do Mapa do Fluxo de Valor**

Analisando todas as informações levantadas e realizando entrevistas com os principais gestores do processo de construção dos apartamentos, foi possível identificar algumas falhas, *gaps* e pontos de melhorias.

É possível verificar que a empresa não utiliza os conceitos *lean*, primeiramente porque não faz uso da técnica de *just in time*, os pedidos são realizados de uma só vez antes da realização da obra, e isso faz com que a obra demore para iniciar, porque se os pedidos fossem realizados de forma segmentados o tempo de espera até a chegada dos materiais para a construção do Muro, seria bem inferior a 20 dias, e de acordo com que fosse passar para o outros processos construtivos os materiais críticos necessários seriam comprados, e iam chegando no momento em que fossem ser utilizados.

Da forma como é realizado hoje a compra de materiais, ocasiona um estoque muito grande, contrariando a ideia de estoque mínimo proposto pela metodologia *lean*, demandando além de muito espaço, muitos funcionários para cuidar desse estoque, e isso gera um apanhado de problemas como por exemplo a dificuldade de gestão de estoque, o que dá brecha para furto de materiais, e também dificuldade de saber os materiais que existe no estoque. Isso afeta também na gestão de custo porque como os empreendimentos são padronizados, se a gestão fosse bem realizada seria possível prever a quantidade de recursos que seriam utilizados na obra, e isso é uma dificuldade evidente na empresa.

É possível verificar a necessidade de no Planejamento da Obra, elaborar um cronograma de compra de materiais que andaria em paralelo com o cronograma da obra, para aplicar a metodologia *just in time* e também o conceito de estoque mínimo, e facilitar a gestão dos materiais como um todo.

No mapa de fluxo de valor é possível verificar que existem alguns *leadtimes* que poderiam retirados, no caso os *leadtimes* entre o processo Muro e o processo Aterramento, porque um não depende do outro para iniciar, e o outro leadtime entre o processo Acabamento e o processo Área de Lazer, porque novamente são

independentes. Eliminando esses dois *leadtimes* o cronograma da obra reduziria 2 dias.

Nas outras etapas da construção, o tempo gasto com realocação de materiais e pessoal poderia ser reduzido se a empresa aplicasse o quadro Kanban, porquê dessa forma seria perdido menos tempo, porque seria possível saber os materiais que seriam necessários em uma etapa quando outra estivesse finalizando, e realocar os materiais necessários, que é o que demanda mais tempo, antes mesmo da etapa anterior acabar. Dessa forma, não seria necessário um dia inteiro com a obra parada, para realizar essa atividade, mas apenas algumas horas.

Outro *leadtime* que poderia ser reduzido como já citado acima, é o *leadtime* de compra dos materiais, se a compra fosse realizada de forma segmentada de acordo com o Cronograma da Obra, de acordo com um engenheiro civil da empresa, o prazo passaria de 20 dias para 10 dias, o que otimizaria o prazo para entrega dos apartamentos.

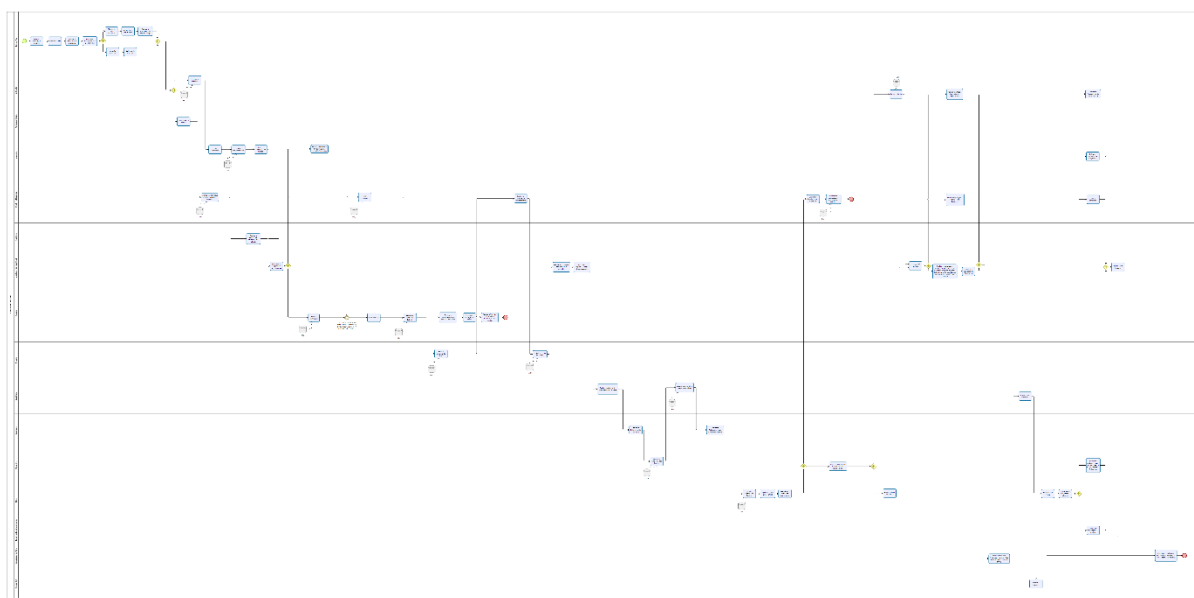
O processo construtivo que mais demanda tempo, é a Estrutura, que o momento de levantar as paredes, e isso se dá principalmente pela montagem e desmontagem da forma de concreto, que é o tempo de setup do processo de estrutura, então esse processo de montar e desmontar a forma precisa ser revisado e otimizado, para conseguir reduzir o tempo gasto nessa etapa.

Outro ponto que se destacou no momento da análise, foi o OEE tanto do Aterramento, quanto da Estrutura. Isso se deve, de acordo com o engenheiro da empresa, ao fato desse processo dependerem de empresas terceirizadas, no caso do Aterramento, dos caminhões de terra, e no caso da Estrutura, por conta do caminhão de concreto. E essa dependência de empresa terceirizada, faz com que nos parâmetros do OEE, a disponibilidade e a performance sejam afetadas, porque hoje as empresas que prestam esses serviços têm seus padrões e formas de trabalhar. Dessa forma isso necessita ser revisto, devendo existir uma seleção melhor dos fornecedores que entrarão na cadeia de suprimentos para otimizar esses processos.

### 5.3. Composições e Produção Puxada

Mazzocato (2010), afirma que para o entendimento do processo, é necessário conhecer todas as atividades e funções e atividades que influenciam no todo. O primeiro passo foi realizado um levantamento dos processos produtivos onde foram identificadas as principais atividades e etapas, que podemos chamar de serviços, desde a fundação até o acabamento, o processo foi mapeado com a ajuda dos encarregados da obra junto com o engenheiro civil responsável. Esse levantamento resultou no fluxograma da Figura 12:

Figura 14 – Etapas do Processo Construtivo



Fonte: Autoral

Com o levantamento dos Mapa de Contexto e da Cadeia de Valor foi possível verificar alguns problemas que poderiam ser tratados com a metodologia Just in Time, e que para tratar esses problemas o conceito de produção puxada seria bastante útil, como vimos, segundo Corrêa e Corrêa (2004), a produção puxada busca eliminar acúmulo de estoque, onde uma atividade do processo só é iniciada quando o cliente da mesma a solicite, e a aquisição só é realizada no momento que o material for ser utilizada. Dessa forma, é possível mitigar os seguintes problemas:

1. Os pedidos de materiais não críticos são feitos de forma segmentada, de acordo com que surgem as necessidades não existindo um planejamento ou cronograma de pedidos, parando muita das vezes a construção. Com a

produção puxada, onde já é planejado o que será comprado, esses materiais seriam comprados de acordo com o serviço que fosse ser realizado;

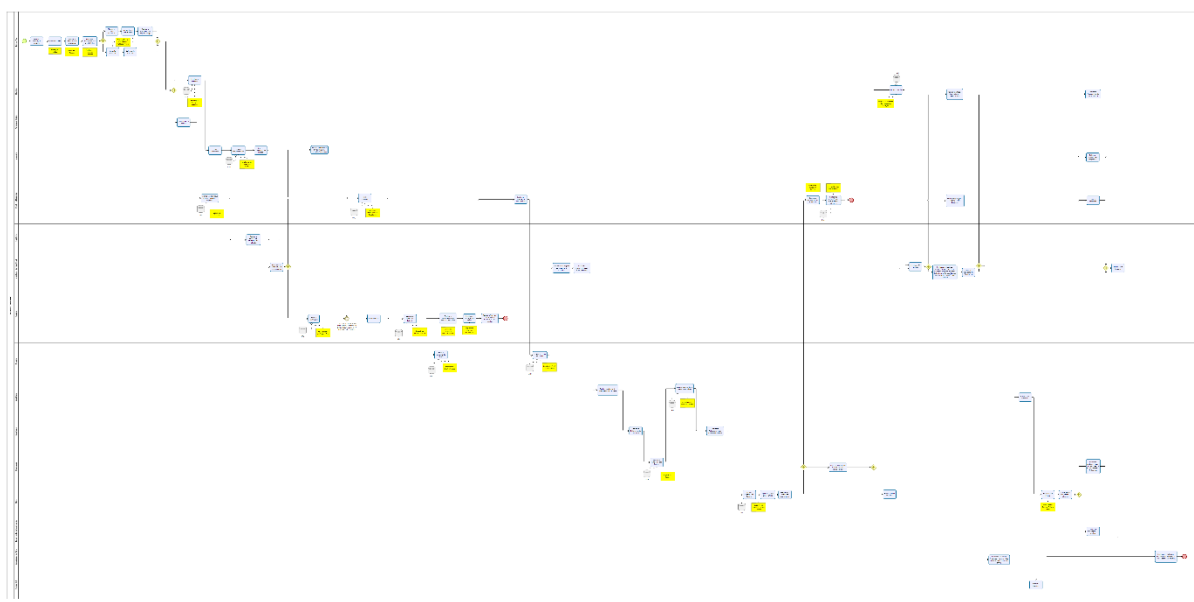
2. Pedidos de material crítico são realizadas apenas uma vez, que é antes da obra iniciar, fazendo que o início da construção demore, até que todo o material necessário chegue, com a produção puxada os pedidos são realizados de acordo com o andamento da obra, considerando todos os *leadtimes* dos materiais, para evitar que a obra pare e fique aguardando a chegada de matéria prima;
3. O estoque é muito grande, ocupando muito espaço e dificultando a gestão. Aplicando a produção puxada, o estoque seria mínimo, porque só é realizada a compra do material quando surge a necessidade, dentro do cronograma de compras.

A melhor forma de aplicar essa metodologia é realizar um levantamento de todos os materiais, ferramentas e equipamentos que serão utilizados em cada etapa ou conjunto de etapas do processo construtivo. Esse conjunto de insumos, o ERP da empresa denomina como composição. Nas composições são levantadas as quantidades e *leadtime* de cada insumo necessário para a construção de 1 apartamento.

Com o auxílio do engenheiro e dos encarregados, foram levantadas todas as composições, dividindo elas nos macros, Fundação, Estrutura e Acabamento, como descritas na tabela que está no Anexo 1.

Em seguida no processo diagramado foram inseridas em anotações amarelas as composições em amarelo, para identificar o momento da obra em que cada composição deveria ser adquirida. Essas composições poderão ser utilizadas para um ou mais serviços da obra. A Figura 13 mostra o processo com as composições:

Figura 15 – Etapas do Processo Construtivo e as composições



Fonte: Autoral

O próximo passo foi criar um modelo de composição, juntamente com o engenheiro e com os encarregados, determinando quais informações cada uma deveria ter, a composição criada foi Montagem - Radier, já com todas as informações sobre os insumos. Foi escolhido essa composição para ser elaborada, por ser o momento em que a obra estava, o próximo serviço a ser realizado seria o radier, como produto desse levantamento temos o quadro descrito em no Anexo 2.

#### 5.4. Cronograma de compras

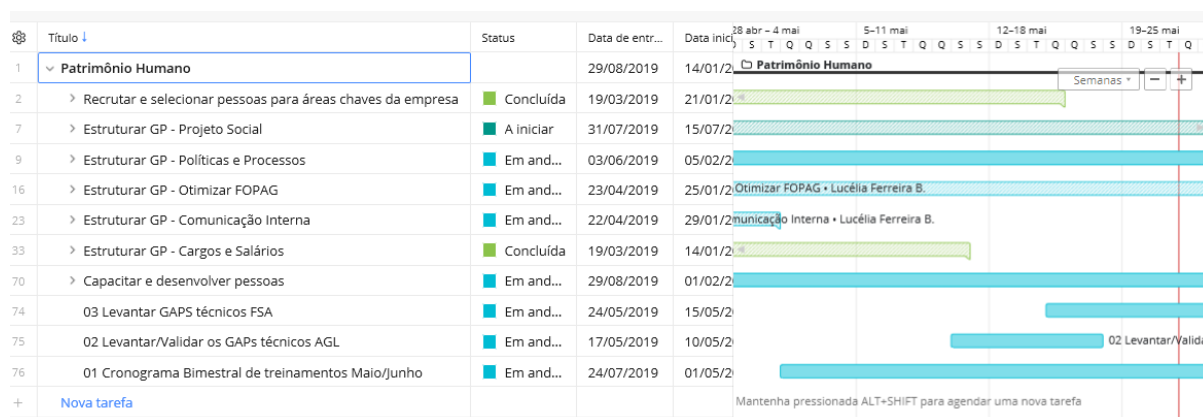
Um dos grandes problemas que foram levantados, e que dificulta bastante na gestão dos recursos e dos insumos, é o fato de não existir uma programação de compras. Identificando dessa forma a necessidade de um planejamento de compras.

E com as composições definidas, facilita o trabalho do gestor já que o mesmo possui o cronograma de obras, onde é determinado quando será realizado cada um

dos serviços levantados no Processo Construtivo. No processo diagrama foi identificado em que momento da obra cada composição deve ser adquirida, com isso levando em consideração em consideração os *leadtimes* de cada um dos insumos, o próximo passo é determinar as datas da aquisição das composições.

Uma boa ferramenta para fazer a gestão do processo de compras é o Gráfico ou Diagrama de Gantt, que é uma ferramenta visual para controlar o cronograma, que irá ajudar a avaliar os prazos de entrega e os recursos críticos. Podendo usar diversos softwares de gestão de projetos e tarefas como MS Project, HINC ou Wrike.

Figura 16 - Exemplo de Gráfico Gantt no Software Wrike



Fonte: Autoral

## 5.5. Treinamento de Colaboradores

Outro gap identificado foi a falta de capacitação dos profissionais do almoxarifado seja nos processos rotineiros da função ou até na utilização do software UAU, para realizar toda a gestão dos materiais dentro do sistema.

A melhor opção para esse cenário é identificar as habilidades e técnicas que a função deve ter e quais dessas os profissionais atuais não possuem, e com esse levantamento, elaborar o Levantamento de Necessidade de Treinamento, onde se identifica o colaborador e o treinamento que o mesmo deve receber, como podemos

ver no Quadro 1. Esse formulário pode ser aplicado na empresa inteira para a gestão dos treinamentos.

Quadro 1 - Levantamento da Necessidade de Treinamento

Levantamento da Necessidade de Treinamento				
Colaborador	Curso	Objetivo	Duração	Data

Fonte Autoral

Mas é de suma importância após o treinamento a aplicação de um formulário, onde o colaborador avalia a eficiência o treinamento, identificando a sua visão que teve em relação ao conteúdo ministrado, se agregou para suas atividades, e também o próprio palestrante, se o mesmo dominava o conteúdo. E o supervisor do colaborador irá avaliar a eficácia no treinamento, se o curso melhorou os gaps no trabalho do trabalhador identificados anteriormente que serviram de insumo para o levantamento da necessidade do treinamento. A empresa pode aplicar o formulário que foi desenvolvido demonstrado no Quadro 2.

<b>Fomulário de Avaliação de Eficiência e Eficácia do Treinamento</b>	
<b>Nome do Treinamento:</b>	<b>Instrutor:</b>
<b>Local do Treinamento:</b>	<b>Duração:</b>
<b>Conteúdo Programático:</b>	
<b>Participante:</b>	<b>Assinatura:</b>
<b>Avaliação de Eficiência (Nota de 1 a 5)</b>	
Contribuição para o desenvolvimento de seu trabalho no dia a dia (participante)	Nota:
Avaliação do Conteúdo Ministrado (participante)	Nota:
Domínio do conteúdo do instrutor	Nota:
<b>Avaliação de Eficácia (Supervisor) (S) Sim (N) Não</b>	
( ) As atividades estão sendo executadas conforme procedimento	
( ) Não ocorreram não conformidades no períodos	
( ) O colaborador está consciente das suas atividades	
( ) O treinamento foi aprovado	

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Visto: \_\_\_\_\_

Fonte: Autoral

## 5.6. Padronização dos Serviços

Para a falta de padronização dos serviços durante o processo produtivo, o que dificulta a execução dos mesmos pelos funcionários e também a avaliação que é realizada pelo encarregado da obra. Para sanar esse problema a criação de um formulário onde o colaborador executor do serviço tem uma instrução de trabalho



levando em considerações especificações e delimitações, e o encarregado tem parâmetros para realizar primeiramente a liberação da frente de serviço e segundo parâmetros para realizar a avaliação do serviço executado. E caso exista alguma não conformidade no serviço, o formulário tem que dar a possibilidade da gestão das não conformidades.

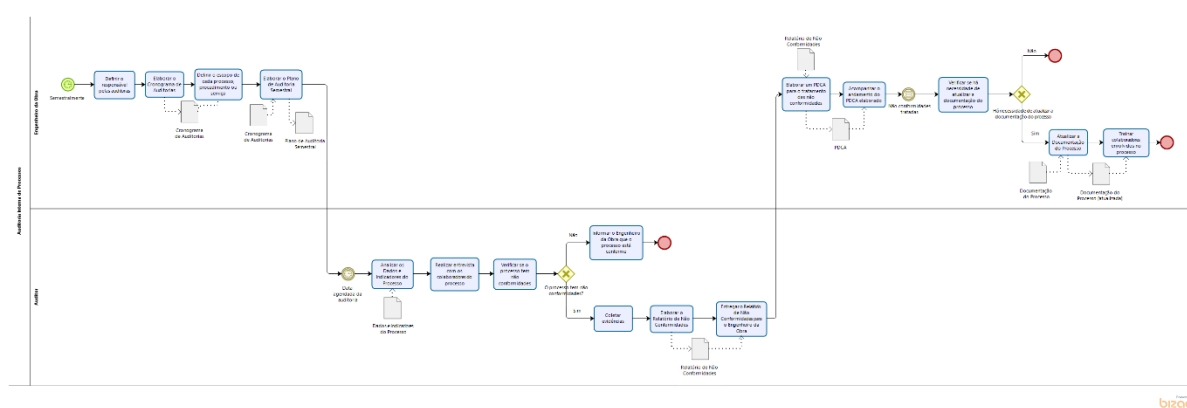
Juntamente com o engenheiro da obra e com os encarregados foi desenvolvido um modelo desse formulário, que foi denominado Ficha de Verificação de Serviço, para que para os próximos serviços os gestores tenham um modelo para seguir para replicar o formulário. E como a obra está no momento de montar o radier, foi desenvolvida a Ficha de Verificação de Serviço justamente para ele, como podemos ver no Anexo 3.

## **5.7. Auditoria de Processos**

Para acompanhar se os serviços estão sendo realizados conforme procedimentos e especificações, a empresa precisa auditar esses processos para levantar não conformidades e trata-las, e também acompanhar a produtividade e eficiência dos colaboradores executam os serviços. E consequentemente avaliar se as Fichas de Verificação de Serviços estão sendo elaboradas da forma correta, e se o encarregado está avaliando o serviço sem deixar passar nenhuma não conformidade.

De acordo com a ISSO 19011 e com Ramos e Martinez (2006), e juntamente com os gestores da obra, foi desenvolvido o processo de auditoria interna, adaptado à realidade da obra. O processo foi diagramado, e foi identificado o passo a passo para a realização da auditoria interna como podemos ver na Figura 15.

Figura 17– Processo Auditoria Interna de Processos



Fonte: Autoral

## 5.8. Proposta de Indicadores

Como afirma Carregaro (2003), os indicadores comunicam o que é importante para a toda organização, a estratégia da empresa, resultados dos processos, o controle e a melhoria contínua para os processos, tornando-se essenciais na empresa.

Dessa forma, na busca para definir indicadores que auxiliassem na gestão dos processos da empresa em questão, foram utilizados os seguintes passos:

Baseado no referencial teórico pesquisado, referente ao estudo de processos e as medidas de desempenho, buscou-se adaptar a visão e conceitos para a realidade da construção civil e para o modelo de construção da construtora.

Na estruturação dos indicadores, procurou-se por exemplos e modelos, que fornecessem informações claras e concisas ao processo produtivo do estudo. Levando em consideração a facilidade de levantamento, facilidade de compreensão, e facilidade de comparação entre a meta e o alcançado de cada um deles.

1. A partir de busca por indicadores existem, foram selecionados indicadores que pudessem mostrar que o escopo de cada processo, que é a entrega final ou a saída, e a qualidade do processo estavam assegurados, ou seja, construir entregando o apartamento com qualidade e evitando ao máximo retrabalho.

2. Houve também a preocupação em não definir uma variedade grande de indicadores, o que seria contra produtivo, e em vez de auxiliar a gestão ia dificultar a compreensão do andamento dos processos e de possíveis gargalos.
3. Foram definidos também indicadores que pudessem ser aplicados a todos os serviços do processo construtivo. Então apesar de serem muitos serviços, o que causa uma quantidade elevada de indicadores, pelo fato de existir pouca variedade, a forma de coleta e as fórmulas são as mesmas. O facilita bastante a coleta e o manuseio dos dados.

Após esses passos e definições os indicadores foram estabelecidos:

### **3.1. Taxa de Não Conformidades**

$$\text{Taxa de Não Conformidades} = \text{Serviços Inconformes} / \text{Total de Serviços}$$

Esse indicador mede as não conformidades que foram identificadas nas Fichas de Verificação de Desempenho, dividindo por todos os serviços que foram realizados naquele período. Esse indicador consegue identificar colaboradores que precisam ser treinados ou procedimentos que não estão otimizados, ou até problemas com insumos que estão sendo utilizados na construção. O indicador é mais voltado à qualidade do produto.

### **3.2. Avaliações das Fichas de Verificação de Serviços (FVS)**

$$\text{Avaliações das FVS} = \text{FVS Avaliadas corretamente} / \text{Total de FVS}$$

O indicador tem função de avaliar o trabalho do encarregado, verificando dentro as FVS que o mesmo avaliou, se deixou passar alguma inconformidade nos serviços realizados, seja por falta de atenção ou por falta de conhecimento do próprio serviço. Tentando ao máximo evitar retrabalhos futuros, ou até manutenções

após a entrega dos apartamentos, já que é nesse momento da FVS que os defeitos devem ser identificados.

### **3.3. Produtividade da Mão-de-Obra**

Produtividade = Produção por Colaborador / Período Trabalhado

Mede a produção de cada colaborador, levando em consideração à porcentagem da obra que o mesmo fez a obra evoluir, dividido pelo período trabalhos em horas. Conseguindo avaliar o trabalho de cada funcionário, o volume de trabalho que ele consegue entregar, e consequente ajudar inclusive no dimensionamento de pessoal para cada etapa da obra, evitando que tenham funcionários ociosos dentro do canteiro.

### **3.4. Número de Acidentes**

É de suma importância além de pensar na produtividade e na qualidade da obra, pensar também na segurança dos colaboradores, e evitar acidentes, através de uso de equipamentos de proteção individual e equipamentos de proteção coletiva, e da aplicação da Normas e Artigos da área de segurança do trabalho, para tornar o canteiro de obra um local de obra seguro. E esse indicador a meta é obviamente zero.

### **3.5. Quase Acidente ou Incidentes sem Lesão:**

Um indicador que identifica o número de relato de ocorrências por empregado, sejam elas ocorrências de incidentes sem lesão ou os quase acidentes ou mesmo o relato de condições perigosas, requisitos fora do padrão do ambiente e, portanto, condição insegura no trabalho, tais como um piso escorregadio, uma escada sem corrimão, uma máquina com partes móveis sem proteção das

mesmas, etc. Porque é possível realizar planos de ação para tratamento dessas condições, para evitar que o acidente de trabalho aconteça;

## **6. Considerações Finais**

O objetivo geral deste trabalho foi avaliar a aplicação dos princípios de Construção Enxuta, *Lean Construction* na construção civil, em relação ao uso do *Lean* na otimização da gestão dos processos de produção. De modo geral foi possível identificar que é possível usar diversas ferramentas e conceitos *Lean*, como Cadeia de Valor, onde foi avaliada dentro dos parâmetros estabelecido por Porter (1990) a situação atual da empresa nos seus processos tanto primários como secundários, e Mapa do Fluxo de Valor, onde foram avaliados o processo produtivo de forma mais micro e detalhada, para identificar desperdícios, gargalos e pontos de melhorias. E o trabalho será continuado na segunda parte, onde foram propostas melhorias nas falhas identificadas usando conceitos *Lean* que poderão ser aplicados à construção civil.

Para realizar a análise da empresa, as duas ferramentas que foram utilizadas foram a Cadeia de Valor, onde foram analisados os processos da empresa dentro dos parâmetros propostos por Porter (1990), e o Mapa do Fluxo de Valor, onde o processo de construção dos apartamentos foi analisado de forma mais detalhada, buscando *gaps*, desperdícios e pontos de melhorias. Essas análises foram realizadas juntamente com os principais gestores do processo de construção dos apartamentos através de entrevistas e reuniões.

De antemão foi possível verificar nas análises que a empresa não aplica os conceitos *Lean*, causando diversas fontes de desperdícios e gargalos, sendo possível averiguar que o processo não está otimizado e que tem diversos pontos que podem ser trabalhados, seja para redução do tempo do processo como um todo e dos custos envolvidos no mesmo.

Na análise da cadeia de valor foi possível verificar que a empresa possui pouco processos padronizados, mas processos chaves como a própria construção dos apartamentos, gestão de estoque e gestão de recursos humanos, não estão, o que gera uma dependência muito grande da tomada de decisão do engenheiro civil

da obra. Foi possível verificar que não utiliza o conceito *just in time*, os pedidos são realizados de uma vez só, causando diversos problemas com gestão estoque e espaços. Esses diversos pontos levantados são piorados quando é visto que não existe uma gestão da informação bem feita, não se sabe a quantidade de cada material existe na obra, quando e para qual função os que estão no estoque serão utilizados.

Após analisar o Mapa do Fluxo de Valor disponibilizado pela empresa, foi possível verificar que existem diversos *leadtimes* desnecessários, o processo de construção como um todo não está otimizado, onde foram apontados diversos pontos de melhorias. Por conta de não ser aplicado o *just in time*, existe um volume muito grande de estoque, o que dificulta diretamente a gestão do mesmo. E por conta disso ficou evidente a necessidade de realizar um cronograma de compra de materiais que seria realizado juntamente com o cronograma da obra.

Então com as análises realizadas foi possível identificar diversos pontos que servirão de insumo para a próxima etapa do trabalho, onde serão propostas diversas melhorias para otimizar os procedimentos e processos da empresa utilizando a metodologia *Lean Manufacturing*.

Dessa forma conseguimos ver que além do objetivo geral ter sido alcançado, alguns objetivos específicos estão sendo alcançados, como identificar os princípios *Lean* aplicáveis à construção civil, como gestão de estoque, para evitar desperdícios, *just in time*, excelência nos processos, entre outros que serão analisados na segunda parte do trabalho. E por outro lado analisar as principais ferramentas *Lean* aplicáveis à construção civil até o momento a Cadeia de Valor e o Mapa de Fluxo de Valor. E se pensarmos nos princípios do próprio *Lean* vê que foi possível:

1. Aumentar o valor do produto considerando as necessidades do cliente, e quando pensamos que esse cliente não é apenas o cliente final do produto, mas a próxima atividade do processo construtivo, vemos que entregaremos para esse cliente apenas o que ele precisa, aplicando o *just in time*, e também, com os serviços padronizados e avaliados, garantindo a conformidade e qualidade, tudo o que é necessário para que a atividade em questão seja realizada;
2. Reduzir a variabilidade através tanto da padronização dos serviços e processos, através da Ficha de Verificação de Serviços, onde estão todos os

procedimentos e especificações de cada serviço, e de materiais quando através da criação das composições é garantido que serão utilizados apenas os insumos necessários para a realização de cada serviço;

3. Reduzir o tempo de ciclo, quando foi possível reduzir o tempo de ciclo, aumentando primeiramente a utilização da estrutura disponível para a empresa, e em seguida colocando em parêlho atividades que não dependem uma terminar para a outra iniciar, economizando tempo;
4. Simplificar através da redução de número de passos, isso foi possível quando os processos e serviços foram padronizados e na padronização já foi realizada a melhoria dos processos retirando atividades que não agregam valor para o processo, reduzindo o número de atividades;
5. Aumentar a transparência do processo, padronizando os processos através da criação do diagrama do processo construtivo e para cada serviço , criou-se a Ficha de Verificação de Serviço, onde estão todos os procedimentos, especificações e delimitações, facilitando o entendimento do colaborador sobre o que deve ser realizado;
6. Estabelecer a melhoria contínua dos processos, através do acompanhamento dos indicadores criados para o processo construtivo, e também do processo Auditoria de Processos que foi definido junto com a empresa, onde são tratados indicadores que não alcançaram a meta ou processos inconformes.

Não foi possível aumenta a flexibilidade de saída porque como o produto final oferecido pela empresa é padronizado essa alteração no produto final não pe possível.

Com isso foi possível avaliar os princípios *Lean* aplicáveis à construção civil, identificar ferramentas aplicáveis e as melhores prática para a aplicação do *Lean Construction*. Que foram os objetivos específicos propostos que dão base ao objetivo geral.

## Referências

ABPMP, Brazil. **Guia para o Gerenciamento de Processos de Negócio— BPM CBOK**, v. 3, 2013.

ALBUQUERQUE, Marconi E. E.; ARAÚJO, Mônica S. G. de; SEVERIANO FILHO, Cosmo. **A lógica do sistema kanban na indústria calçadista: análise de um sistema de programação da produção de solados e palmilhas**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (1999 : Rio de Janeiro). Anais do XIX ENEGEP. Rio de Janeiro : ENEGEP, 1999.

ANAND G. ; KODALI R. **Value Stream Mapping and Simulation for the desing of Lean Manufacturing System: a case study International**. Journal of Simulation and Process Modelling, v.5, 2009.

ANDRADE, F. F. **O método de melhorias PDCA**. 2003. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

ARTER, D. R. **Quality Audits for Improved Performance**. 3. ed. Milwaukee, WI: ASQ Quality Press, 2003. 133p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR ISO 19011: diretrizes para auditorias de sistema de gestão da qualidade e/ou ambiental**. Rio de Janeiro: ABNT, 2002

BERTELSEN, S.; KOSKELA, L. **Construction beyond lean: a new understanding of construction management**. In: ANNUAL CONFERENCE ON LEAN CONSTRUCTION, 12., 2004, Elsinore. Anais... Elsinore: IGLC, 2004.

BERNARDES, M. **Planejamento e controle da produção para empresas de construção civil**. Rio de Janeiro: LTC, 2010. 190p.

BURBIDGE, J L. **The first step in planning group tecnology**. International Journal of Production Economics, v.43, p.261-266, 1996. (CAMPOS, 1991)

CABRINI, S. L.; MAESTRELLI, N. C.; VANALLE, R. M. **Preparação da produção – Um modelo para processos de produção baseado na cultura Kaizen**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (1998 Niterói). Anais do XVIII ENEGEP. Niterói : ENEGEP, 1998.



Câmara Brasileira da Indústria da Construção em:< <https://cbic.org.br/a-construcao-civil-pode-dar-um-novo-animo-a-economia-2/>> Acesso em 06 de novembro de 2018.

CAMPOS, A. LN. **Modelagem de Processos com BPMN 2ª edição**. Brasport, 2014.

CAMPOS, V. F. **Controle da Qualidade Total**. Rio de Janeiro: Editora Bloch, 3ª edição, 1992.

CARREGARO, J. C. (2003). **Proposta de indicadores de desempenho às distribuidoras de energia federalizadas do setor elétrico brasileiro**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil

CARVALHO, M. M.; LAURINDO, F. J. B. **Estratégias para competitividade**. São Paulo: Futura, 2003. 254 p.

CHU, C. H.; SHIH, W. L. **Simulation studies in JIT production**. International Journal of Production Research, v.30, n.11, p.2573-86, 1992.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e de operações: Manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. São Paulo: Atlas, 2005.

DEMETER, Krisztina; MATYUSZ, Zsolt. **The impact of lean practices on inventory turnover**. International Journal of Production Economics, v. 133, n. 1, p. 154-163, 2011.

DIEESE - DEPARTAMENTO INTERSINDICAL DE ESTATÍSTICA E ESTUDOS SÓCIO ECONÔMICOS – Estudos Setoriais. Disponível em: <<http://www.dieese.org.br/esp/especial.html>> Acesso em 06 de novembro de 2018.

DRUKER, P. **A administração na próxima sociedade**. São Paulo: Nobel, 2002.

GARRISON, R. H.; NOREEN, E. W. **Contabilidade gerencial**. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2001.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo, v. 5, n. 61, p. 16-17, 2002.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. Editora Atlas SA, 2008.

GOLDENBERG, M. **A arte de pesquisar**. Editora Record, 1997.

GOLDRATT, E.M.; COX, J. **A meta: um processo de aprimoramento contínuo**. São Paulo: IMAM, 1986..

GUIMARÃES, T. A., NADER, R. M., RAMAGEM, S. P. **Avaliação de desempenho de pessoal: uma metodologia integrada ao planejamento e avaliação organizacionais**. *Revista de Administração Pública*, v. 32, n. 6, p. 43-61, 1998.

HAMMER, M. **A empresa voltada para processos**. HSM Management, jul./ago. 1998.

HANSEN, D. R.; MOWEN, M. M. **Gestão de Custos**. South-Western College Publications, 2001.

IROTA, E. H. ; FORMOSO, C. T. . **O processo de aprendizagem na transferência de conceitos e princípios da produção enxuta para a construção**. In: VIII ENCONTRO NACIONAL EM TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2000, Salvador. Anais, 2000

KOSKELA, L.. **Application of the new production philosophy to construction**, Technical report No. 72, CIFE, Stanford University, Stanford, California, 1992.

LASA, S. I.; LABURU O.C.; VILA, R. C. An evaluation of the value stream mapping tool. **Business process management journal**, v. 14, n. 1, p. 39-52, 2008.

LIKER, J.K. **O Modelo Toyota - 14 Princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Trad. Lene Belon Ribeiro. Porto Alegre: Bookman, 2005.

LIKER, J.K. **O Modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Porto Alegre: Bookman, 2006. 316 p.

LUBBEN, R. T. **Just-in-time - Uma Estratégia Avançada de Produção**. São Paulo: McGraw-Hill, 1989.

MACEDO-SOARES, T. D. A.; RATTON, C. **Medição de Desempenho e Estratégias Orientadas para o Cliente**. RAE, Revista de Administração de Empresas, São Paulo, v. 39, n. 4, p. 46-59, out./dez. 1999.

MARTINEZ, A.L.; RAMOS, G.M. **Governança corporativa e earnings management**. In: Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração ENANPAD, nº 30 .Salvador, p. 1-21. 2006.

MAZZOCATO, P.; SAVAGE, C.; BROMMELS, M.; ARONSSON, H.; THOR, J. **Lean thinking in healthcare: a realist review of the literature**. Quality and Safety in Health Care, v. 19, n. 5, p. 376-382, 2010.

MOURA, J. A. M. **Os Frutos da Qualidade: A Experiência da Xerox do Brasil**, 3ª edição revisada e ampliada, São Paulo, Makron Books, 1999.

Neely, A. **Measuring business performance**. The Economics, London, c.3, p.70-89, 1998.

NOGUEIRA, Cleber Suckow. **Planejamento Estratégico**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2014

Ohno, T. . **O Sistema Toyota de Produção : além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bokmann, 1997.

OHNO, T. **Toyota Production System**. Productivity Press. Cambridge, Massachussets and Norwalk, Connecticut, 1988.

OLIVEIRA, L. M.; PEREZ JUNIOR, J. H.; SILVA, C. A. S. **Controladoria estratégica**. São Paulo: Atlas, 2002. 216 p.

PONGELUPPE, P. C. **Modelo de indicadores de desempenho para micro e pequena agroindústria: multi-caso de laticínios**. 2002. 169p. Dissertação (Mestrado em...) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2002.

PORTER, M. E. **Estratégia Competitiva – Técnicas para análise de indústrias e da concorrência**. 18ª Edição. São Paulo-SP: Campus, 1986.

PORTER, M. E. **Vantagem Competitiva: Criando e sustentando um desempenho superior**. RJ: Campus, 1990

REGINATO, L.; GUERREIRO, R.. **UM ESTUDO SOBRE A ASSOCIAÇÃO ENTRE MODELO DE GESTÃO E CONTROLES GERENCIAIS EM INDÚSTRIAS BRASILEIRAS**. Revista Universo Contábil, [S.l.], v. 7, n. 2, p. 06-27, jun. 2011. ISSN 1809-3337. Disponível em:

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

ROCHA, W. **Contribuição ao Estudo de um Modelo Conceitual de Sistema de Informação de Gestão Estratégica**. São Paulo, 1999. Tese de doutoramento. Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo.

Rother, M., 2010. ***Toyota Kata: Managing people for Improvement, Adaptiveness and Superior Results***, New York: Mc-Graw Hill

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Learning to see: value stream mapping to add value and eliminate muda**. Lean Enterprise Institute, 2003.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Learning to see: value stream mapping to create value and eliminate muda**. 2 ed. Brookline: The Lean Enterprise Institute, 1999.

RUMMLER, Geary A. BRACHE, Alan P. **Melhores Desempenhos das Empresas**. São Paulo: Makron Books, 1994.

RUSSELL, J. P. **Know and follow ISO 19011's auditing principles**. Quality Progress, v. 40, n.2, p. 29-34, 2007

SAURIN, T.A.; MARODIN, G.A.; RIBEIRO, J.L.D. A framework for assessing the use of lean production practices in manufacturing cells. International Journal of Production Research, v. 49, n. 11, p. 3211- 3230, 2011

SCHONBERGER, R.J.: **Técnicas Industriais Japonesas**. São Paulo: Pioneira, 1984.

SEVERIANO FILHO, C. **Produtividade & manufatura avançada**. João Pessoa: Edições PPGE, 1999. 284p.

Shingo, S. (1996). **O Sistema Toyota de Produção: Do ponto de vista da engenharia de produção**, Bookman Editora, 1996.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M.. **A pesquisa e suas classificações**. Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação, v. 3, p. 19-23, 2005.

SLACK, N. et alli. **Administração da Produção**, Editora Atlas, São Paulo, SP, 1997

Stevenson, D. S., R. M. Doherty, M. G. Sanderson, C. E. Johnson, W. J. Collins, and R. G. Derwent (2005), **Impacts of climate change and variability on tropospheric ozone and its precursors**, Faraday Discuss.,

TAKASHINA, N. T.; FLORES, M. C. X.. **Indicadores da qualidade e do desempenho: como estabelecer metas e medir resultados**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005.

TARDIN, G. G.; LIMA, P. C. L. **O papel de um quadro de nivelamento de produção na produção puxada: um estudo de caso**. São Paulo: XX ENEGEP- Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2000.

TUBINO, D. **Sistemas de produção: a produtividade no chão de fábrica**. Porto Alegre: Bookman, 1999.

VASCONCELOS, F. C.; CYRINO, Á. B.. **Vantagem competitiva: os modelos teóricos atuais e a convergência entre estratégia e teoria organizacional**. *Rev. adm. empres.*, São Paulo , v. 40, n. 4, p. 20-37, Dec. 2000 .

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas**. 5. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **From lean production to the lean enterprise**. *IEEE Engineering Management Review*, p. 38-46, 1996

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**. 14. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

WOMACK, J. P.; JONES, Daniel T. **A máquina que mudou o mundo**. Gulf Professional Publishing, 2004.

WOMACK, J.P., JONES, D.T. & ROSS, D. (1990). **The Machine that Changed the World**, Rawson Associates, New York, NY.

YIN, R. **Estudo de caso: Planejamento e Métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2001. 2ª edição

## Anexos

### Anexo 1 - Composições

Composições
<b>Fundação</b>
Fundação - Locação do Gabarito
Fundação - Estacas
Fundação - Radier
<b>Estrutura</b>
Sistema Parede de Concreto Moldada in Loco
<b>Acabamento</b>
Instalações Elétricas - Guiamento
Cobertura Telhado
Acabamento Tratamento de Paredes
Assentamento Cerâmico - Piso
Instalações - Hidrosanitárias Tubulações
Esquadrias Janelas - Peitoril
Esquadrias Janelas - Instalação
Esquadrias Janelas - Vedação Selante
Instalações - Shaft Estrutura

Instalações Shaft - Acabamento
Esquadrias - Portas
Assentamento Cerâmico - Parede
Revestimento Interno - Estuk e Coat In
Instalações - Peças em Granito
Instalações - Louças, Metais e Acabamentos
Instalações Elétricas - Comunicação e Enfição
Revestimento Externo Textura Rolada

Fonte: Autoral

## Anexo 2 - Composição Montagem - Radier

Montagem - RADIER			
Descrição do Insumo	Unidade	Quantidade	Leadtime (Dias)
Aço Ca-50, 8,0 Mm, Vergalhão	kg	9,48	3
Aço Ca-60, 5,0 Mm, Vergalhão	kg	16,83	3
Adesivo Estrutural A Base De Resina Epóxi, Bi componente, Fluido	und	15	3
Adesivo Plástico Para Pvc, Frasco Com 850 Gr	und	1	3
Anel Borracha Para Tubo Esgoto Predial Dn 50 Mm (Nbr 5688)	und	75	3
Anel Borracha Para Tubo Esgoto Predial Dn 75 Mm (Nbr 5688)	und	50	3
Anel Borracha Para Tubo Esgoto Predial, Dn 100 Mm (Nbr 5688)	und	3	3
Arame farpado 16 Bwg (0,047 Kg/M)	kg	2	3
Areia Amarela, Areia Barrada Ou Arenoso (Retirada No Areal, Sem Transporte)	m <sup>3</sup>	1	3
Bloquete/Piso Inter travado De Concreto - Onda/16 Faces/Unistein/Pavis, *22 Cm X 11* Cm, E = 6 Cm, Resistencia De 35 Mpa (Nbr 9781), Cor Natural	m <sup>2</sup>	8	3
Cabo De Cobre Nu 50 Mm2 Meio-Duro	m	3	3
Caixa Sifonada Pvc, 100 X 100 X 50 Mm, Com Grelha Redonda Branca	und	2	3



Caixa Sifonada Pvc, 150 X 150 X 50 Mm, Com Grelha Quadrada Branca (Nbr 5688)	und	4	3
Cap Pvc, Soldável, 20 Mm, Para Agua Fria Predial	und	15	3
Cap Pvc, Soldável, Dn 100 Mm, Serie Normal, Para Esgoto Predial	und	6	3
Cap Pvc, Soldável, Dn 75 Mm, Serie Normal, Para Esgoto Predial	und	8	3
Cap Pvc, Soldável, Dn 40 Mm, Serie Normal, Para Esgoto Predial	und	6	3
Curva De Pvc 90 Graus, Soldável, 20 Mm, Para Agua Fria Predial (Nbr 5648)	und	12	3
Curva De Pvc 90 Graus, Soldavel, 32 Mm, Para Agua Fria Predial (Nbr 5648)	und	1	3
Curva Pvc Curta 90 Graus, 100 Mm, Para Esgoto Predial	und	7	3
Eletroduto Pvc Flexível Corrugado, Reforçado, Cor Laranja, De 25 Mm, Para Lajes E Pisos - Rolo Com 50 M	m	10	3
Eletroduto Pvc Flexível Corrugado, Reforçado, Cor Laranja, De 32 Mm, Para Lajes E Pisos - Rolo Com 25 M	m	10	3
Espuma Expansiva De Poliuretano, Aplicação Manual - 500 MI	und	1	3
Joelho, Pvc Serie R, 45 Graus, Dn 100 Mm, Para Esgoto Predial	und	7	3
Joelho, Pvc Serie R, 45 Graus, Dn 40 Mm, Para Esgoto Predial	und	4	3


Joelho, Pvc Serie R, 45 Graus, Dn 50 Mm, Para Esgoto Predial	und	10	3
Joelho, Pvc Serie R, 45 Graus, Dn 75 Mm, Para Esgoto Predial	und	6	3
Joelho, Pvc Serie R, 90 Graus, Dn 40 Mm, Para Esgoto Predial	und	4	3
Joelho, Pvc Serie R, 90 Graus, Dn 50 Mm, Para Esgoto Predial	und	10	3
Joelho, Pvc Soldável, 45 Graus, 20 Mm, Para Agua Fria Predial	und	10	3
Junção Simples, Pvc, 45 Graus, Dn 100 X 100 Mm, Serie Normal Para Esgoto Predial	und	2	3
Junção Simples, Pvc, Dn 100 X 50 Mm, Serie Normal Para Esgoto Predial	und	4	3
Junção Simples, Pvc, Dn 50 X 50 Mm, Serie Normal Para Esgoto Predial	und	4	3
Luva Simples, Pvc Serie Reforçada - R, 100 Mm, Para Esgoto Predial	und	20	3
Luva Simples, Pvc Serie Reforçada - R, 50 Mm, Para Esgoto Predial	und	15	3
Pasta Lubrificante Para Tubos E Conexões Com Junta Elástica (Uso Em Pvc, Aço, Polietileno E Outros) (Pote De 1000 G)	und	1	3
Te Soldável, Pvc, 90 Graus, 20 Mm, Para Agua Fria Predial (Nbr 5648)	und	10	3
Tubo Pvc Serie Normal, Dn 100 Mm, Para Esgoto Predial (Nbr 5688)	und	22	3

Tubo Pvc Serie Normal, Dn 40 Mm, Para Esgoto Predial (Nbr 5688)	und	5	3
Tubo Pvc Serie Normal, Dn 75 Mm, Para Esgoto Predial (Nbr 5688)	und	15	3
Tubo Pvc, Soldável, Dn 20 Mm, Agua Fria (Nbr-5648)	und	10	3
Tubo Pvc, Soldável, Dn 32 Mm, Agua Fria (Nbr-5648)	und	1	3
Tubo Pvc, Soldável, Dn 50 Mm, Para Agua Fria (Nbr-5648)	und	5	3
Eletroduto Pvc Flexível Corrugado, Reforçado De 63 Mm	m	7	3
Tela De Aço Soldada Nervurada Ca-60, Q-335	und	12,6	3
Bucha De Redução De Pvc Para Esgoto 75 X 50 Mm	und	4	3
Bucha De Redução De Pvc Para Esgoto 50 X 40 Mm	und	6	3
Bucha De Redução De Pvc Para Esgoto 100 X 50 Mm	und	2	3
Cartucho Magazinado Para Fincapino Pacote 100 Unidades	pct	6	3

Fonte: Autoral

### Anexo 3 - Ficha de Verificação de Serviço Montagem Radier

#### FVS - FICHA DE VERIFICAÇÃO DE SERVIÇO

	Data Início: 26/05/2019	Serviço: <b>Montagem - Radier</b>	Obra:
	Data Término:	Local:	Funcionário Responsável:

Item	Descrição	Liberado		Data	Visto	Observação e/ou Ação (Descrição do Problema)	Data	Sim (S) Não (N)	Observação
		Sim	Não						
1	Funcionário treinado e com contrato vigente.								
2	Local limpo e seguro (EPI, EPC).								
3	Instalações elétricas concluídas.								
4	Locação concluída.								
5	Instalações hidrossanitárias e águas pluviais concluídas.								

#### Execução do Serviço

1	Demarcar as cotas de nivelamento.
2	O solo não deve ter contato com a armação, para isso, deve-se colocar camada de brita sobre toda a superfície.
3	Após a camada de brita, fixar lona sobre toda a área do radier, para garantir a correta hidratação do concreto.
4	Delimitar o radier utilizando as formas.
5	Iniciar a armação conforme projeto.
6	Colocar espaçadores conforme projeto.
7	Manter formas niveladas após o término.

#### Inspeção do Serviço

				Efetividade da Ação
--	--	--	--	---------------------

Item	Descrição dos Itens Principais	Avaliação da Inspeção					Observação e/ou Ação (Descrição do Problema)	Data	Sim (S) Não (N)	Observação
1	Desempenho e cumprimento dos procedimentos de execução e segurança.									
2	Nivelamento.									
3	Armação.									
4	Espaçamento.									
5	Isolamento Solo/Armação.									
6	Dimensões.									
7	Terminalidade.									
8	Limpeza.									
<b>C = Conforme</b>					<b>N = Não Conforme</b>					<b>NA = Não Aplicável</b>

Fonte: Autoral

